

Undervisning i teknologisk dannelse i læreruddannelsens naturfag



Martin K.
Sillasen, VIA
University
College



Keld Nielsen,
tidl. Aarhus
Universitet

Abstract: Denne artikel rapporterer et forskningsprojekt, som undersøger, hvordan man kan undervise i teknologisk dannelse i læreruddannelsens naturfag med inspiration fra den amerikanske rapport "Standards for Technological Literacy. Content for the Study of Technology" (ITEA, 2007). Et minikursus i teknologisk dannelse blev udviklet og afprøvet sammen med et hold fysik/kemilærerstudierende. Deres udbytter er blevet afdækket ved en analyse af studieprodukter samt besvarelse af post-refleksive, åbne spørgsmål. De lærerstudierende blev mere bevidste om, at det er betydningsfuldt for elevernes teknologiske dannelse, at der arbejdes med både teknologiens funktionalitet og dens meta-aspekter i naturfagsundervisningen.

Indledning

"Det er ikke kun den digitale teknologiforståelse der skal arbejdes med. Det er tydeligt for mig at det kræver en god portion indsigt at forstå de teknologier vi er omgivet af. Teknologien har betydning for en lang række ting i vores samfund: demokrati, økonomisk lighed/ulighed, sundhed og klima." (Lærerstudierende efter deltagelse i minikursus om teknologi, teknologiforståelse og teknologisk dannelse i april 2020).

Dette er den tredje artikel om teknologiundervisning i relation til naturfag i grundskolen og læreruddannelsen. De to foregående artikler er Nielsen & Sillasen, 2020a; 2020b. Formålet med artiklerne er dels at starte en diskussion om teknologisk dannelse i skolens naturfagsundervisning, dels – i nærværende artikel – at give et eksempel på hvordan man kan sammensætte et kursus der direkte er inspireret af de mål vi opstillede i Nielsen & Sillasen (2020b), og som gentages i tabel 1 i denne artikel.

Målene i tabel 1 er hentet fra den amerikanske rapport “*Standards for Technological Literacy. Content for the Study of Technology*” (ITEA, 2007), som vi herefter omtaler som STL-rapporten. I Nielsen & Sillasen (2020b) argumenterer vi for at disse STL-mål er det mest anvendelige bud der indtil nu er formuleret, som fastlægger et indhold i teknologisk dannende undervisning. Vi argumenterer endvidere for at en dannende teknologiundervisning bør baseres på en bred forståelse af teknologibegrebet.

Desuden bør undervisningen rumme både elementer rettet mod forståelse af teknologiers funktionalitet (Hvordan fungerer dette stykke teknologi? Hvilke opgaver løser det? Hvad er det lavet af? Hvordan fremstilles det?) og elementer rettet mod teknologiens betydning (Dakers, 2011), dvs. metaforståelser af teknologiens rolle i samfundet (Hvorfor bruger vi denne teknologi? Hvor kom den fra? Hvordan ændrer den vore liv og vores sociale relationer?) samt den rolle samfundet spiller for den teknologiske udviklings retning og karakter (Hvordan regulerer man brug af teknologi? Kan man undgå de uønskede effekter? Hvordan fremmer man udviklingen af visse typer af teknologi?).

Det centrale begreb i STL-rapporten er det engelske “*technological literacy*”. Rapporten lægger vægt på at et endemål for undervisningen er at eleverne bliver rustet til at være borgere i et samfund hvor teknologi fylder mere og mere. Det gælder om – gennem undervisningen – at forøge chancerne for at de fremtidige borgere medvirker til at “[*samfundsmæssige, demokratiske*] beslutninger om brug af teknologi bliver taget rationelt og ansvarligt” (ITEA, 2007, s. 2). Vi har derfor valgt at oversætte *technological literacy* til teknologisk dannelse, vel vidende at det europæiske kontinentale dannelsesbegreb omfatter sider af fx elevernes personlige udvikling som ikke indgår i det angelsaksiske literacy-begreb. Tilsvarende problemer dukker op når man prøver at oversætte “*scientific literacy*” til dansk.

I sin kommentar i dette nummer til vores artikel om teknologisk dannelse (Nielsen & Sillasen, 2020b) peger Daugbjerg (2021) helt korrekt på at vores brug af termen dannelse ikke følger den danske tradition med at anskue dannelse i et holistisk perspektiv som ikke kun fokuserer på dannelse af borgere til demokrati og kritisk stillingtagen til samfundsmæssige problemstillinger, men også omfatter individets muligheder for personlig og åndelig udvikling. Men for at lægge op til en konkret diskussion om begrebet teknologisk dannelse har vi altså i første omgang valgt at se bort fra disse forskelle. Vi glæder os over at Daugbjerg finder at der indholdsmæssigt er en god overensstemmelse mellem vores oplæg til definition af teknologisk dannelse og det holistiske-folkeoplysende dannelsesideal, han gør sig til talsmand for.

Motivationen til at skrive de tre artikler opstod i foråret 2020 fordi Forfatter 1 i forbindelse med et hold fysik-/kemilærerstuderendes arbejde med engineering blev opmærksom på at der manglede et didaktisk sprog til at begrunde og rammesætte hvorfor det er en god idé at arbejde med engineering i relation til globale udfordringer,

som bl.a. udtrykkes i Verdensmålene (FN, 2015). Efter nogle diskussioner med Forfatter 2 indledtes et samarbejde om at udvikle et minikursus om teknologi i relation til engineering. Lige fra starten var det indlysende at både engineeringaktiviteterne og det efterfølgende teknologikursus skulle italesættes inden for rammerne af en STEM-dagsorden. Dels fordi vi mener at STEM generelt kan sætte rammene for den fremtidige udvikling af naturfagene, deres forhold til hinanden og til andre fag, dels fordi E'et allerede har en plads i STEM, samtidig med at STEM gør det muligt at tale om T'et på en ny og mere omfattende måde. Forholdet mellem engineering og teknologi i STEM og hvordan T'et kan opfattes som en udvidelse af E'et der rækker ud mod de store teknologiske udfordringer menneskeheden står overfor, er der gjort rede for i Nielsen & Sillasen (2020b).

Det forskningsspørgsmål som vi søgte at besvare i forbindelse med udviklingen af kurset, er: *Kan man lave meningsfuld, dannende teknologiundervisning i læreruddannelsens naturfag med udgangspunkt i STL-rapportens beskrivelse af "technological literacy"?* I forlængelse heraf brugte vi følgende spørgsmål til at guide planlægningen af kurset og den efterfølgende analyse af de studerendes studieprodukter og deres kvalitative svar på en række spørgsmål vedrørende deres udbytte af kurset:

1. Hvilke erfaringer fra internationale studier om lærerstuderendes opfattelser og holdninger til STEM-integreret undervisning kan bruges til at designe et minikursus i teknologi?
2. Kan STL-rapportens syv mål (tabel 1) relateres til målene for minikurset, som de er fastlagt i læreruddannelsens studieordning (tabel 2)?
3. Kan kursets indhold bredes ud til at omfatte alle STL-målene?
4. Hvilke tegn på de studerendes læring kan registreres i forbindelse med STL-målene?
5. Giver minikurset grund til at tro at STL-målene kan bringes til at fungere i en dansk uddannelseskontekst?

Målene fra STL-rapporten

De mål for en teknologisk dannende undervisning i teknologi vi har uddraget af STL-rapporten, er gengivet i tabel 1.

Overordnede teknologiske mål fra STL-rapporten	De syv STL-mål (teknologiske mål fra STL-rapporten)
Eleverne udvikler indsigt i The Nature of Technology (NOT). Det omfatter at de får viden om:	1. Karakteristiske træk ved teknologi og afgrænsning af teknologi
	2. Teknologiske kernebegreber
	3. Forholdet mellem forskellige teknologier og mellem teknologi og andre aktiviteter
Eleverne udvikler indsigt i forholdet mellem teknologi og samfund. Det omfatter at de lærer om:	4. De kulturelle, sociale, økonomiske og politiske effekter af teknologi
	5. Teknologiens effekter på miljøet
	6. Samfundets rolle i udvikling og anvendelse af teknologi
	7. Teknologiens indflydelse på historien

Tabel 1. Oversigt over mål der kan støtte elevernes udvikling af teknologisk dannelse. Målene er citeret fra STL-rapporten (ITEA, 2007). (Vores oversættelse). Se også Nielsen & Sillasen, 2020b.

Nogle hovedsynspunkter fra de to første artikler (Nielsen & Sillasen, 2020a; 2020b) med relation til disse mål er:

For det første at Børne- og Undervisningsministeriet bør tage brugen af ordet “teknologi” op til revision for at sikre at dets betydning beskrives tydeligere, og at brugen af det bliver mere konsistent fra fag til fag. Det gælder både i grundskolens naturfag og i det nye forsøgsfag, der er rettet mod digital teknologi (Se (Teknologiforståelse, ikke dateret)).

For det andet at det er muligt at formulere et konsistent og bredt anvendeligt teknologibegreb i naturfagene samt at opstille en række læringsmål for en mere dannende teknologiundervisning som supplerer de nuværende fælles naturfagsmål, hvoraf mange allerede er rettet mod teknologi.

For det tredje at hvis man ser samlet på læringsmålene i de fire danske naturfag i grundskolen der er rettet mod teknologi (Se tabel 2 i Nielsen & Sillasen, 2020b), og holder dem op mod STL-målene fra tabel 1 ovenfor, fremgår det at der ingen modsætning er mellem de danske læringsmål og STL-målene.

Derudover udviser de danske læringsmål en række tydelige mangler sammenlignet med STL-målene. Det skyldes især at omtalen af teknologi i forbindelse med grundskolens naturfag ikke udspringer af en samlet vision som kan give eleverne en overordnet forståelse af hvad teknologi er for et fænomen, og hvorledes man reflekterer over det (Nielsen & Sillasen, 2020a). Dette indtryk af mangelfuldhed bekræftes af at det vigtige

mål om at eleverne skal have kendskab til "teknologiske kernebegreber" (STL-mål nr. 2), er helt fraværende i de danske naturfaglige læringsmål. Indtrykket forstærkes yderligere af at følgende STL-mål er svagt repræsenterede i de danske læringsmål:

- "Karakteristiske træk ved teknologi og afgrænsning af teknologi" (STL-mål 1)
- "De kulturelle, sociale, økonomiske og politiske effekter af teknologi" (STL-mål 4)
- "Samfundets rolle i udvikling og anvendelse af teknologi" (STL-mål 6).

Vi bemærker dog at selvom disse STL-mål ikke er stærkt repræsenterede i de danske læringsmål, er det sandsynligt at STL-mål 4 bliver tilgodeset gennem arbejdet med de fællesfaglige fokusområder, der giver vigtige bidrag til elevernes forståelse af hvad teknologi er for et fænomen. Men det fjerner ikke indtrykket af at der er store elementer af tilfældighed i hvad det er for pointer eleverne præsenteres for.

Vores påstand er at netop undervisning som understøtter STL-målene 1, 2, 4 og 6, er essentiel for at bibringe eleverne den metaforståelse af fænomenet teknologi der indgår i grundlaget for at være teknologisk dannet.

Opfattelser af og holdninger til STEM-integreret undervisning

En søgning i ERIC-databasen viste at der inden for de sidste ti år er lavet få internationale studier som forholder sig til lærerstuderendes holdninger til og opfattelser af STEM-integreret undervisning (Berlin & White, 2012; Kurup, Li, Powell, & Brown, 2019; Madden, Beyers, & O'Brien, 2016; Radloff & Guzey, 2016; Ryu, Mentzer, & Knobloch, 2019).

Disse studier – som kun rapporterer lærerstuderendes holdninger til og opfattelser af STEM-integreret undervisning i engelsk og amerikansk undervisningskontekst – viser at de lærerstuderende som deltog i undersøgelserne, generelt har en positiv holdning til at undervise i STEM. Berlin & White (2012) viser i et longitudinelt studie over syv år hvordan et STEM-fagligt etårigt undervisningsprogram på Ohio State University i USA ikke ændrede på de lærerstuderendes generelt positive holdning til værdien af integration af STEM-fagene. Men selvom de lærerstuderende i nogle af studierne kan se værdien af STEM-undervisning, udvikler de generelt ikke en stærk forståelse af hvordan man skal undervise tværfagligt med STEM-fagene (Kurup et al., 2019; Madden et al., 2016). De studerende udviklede fx i Berlin & Whites studie (2019) generelt mindre realistiske forestillinger om kompleksiteten og udfordringerne ved STEM-faglig undervisning.

Flere anbefalinger (se fx Berlin & White, 2012; Kurup et al., 2019; Madden et al., 2016; Radloff & Guzey, 2016; Ryu et al., 2019) peger derfor på at STEM- læreruddannelser bør tilrettelægges så studerende eksponeres for STEM-faglige begreber, processer

og færdigheder der giver dem erfaringer til at kunne tilrettelægge undervisning i STEM-relevante problemstillinger (Pleasant, 2020). Desuden er det kritisk at de studerende trænes i at samarbejde omkring planlægning af STEM-aktiviteter fordi det kan være både tids- og ressourcekrævende at integrere forskellige fagligheder i et STEM-undervisningsforløb. Men træning i undervisningstilrettelægning er ikke nok ifølge (Kurup et al., 2019). Der er også behov for at lærerstuderende får mulighed for at afprøve STEM-undervisningsaktiviteter i praksissituationer som en integreret del af deres læreruddannelser så de opnår undervisningskompetence til at implementere STEM-faglighed og dermed kan udfordre eksisterende skolekulturer og undervisningspraksisser.

Erfaringerne fra disse studier er brugt som inspiration til at designe hvordan lærerstuderende arbejder med teknologisk dannelse i det minikursus i teknologi, teknologiforståelse og teknologisk dannelse som udfoldes i næste afsnit.

Minikursets indhold

I det følgende beskrives minikurset om "Teknologi, teknologiforståelse og teknologisk dannelse" for et hold på 18 lærerstuderende, der er et forsøg på at undervise op mod så mange af STL-målene i tabel 1 som muligt. Det er vores vurdering at minikurset med få modifikationer kan tilpasses teknologiundervisning i tværfaglige moduler såvel som moduler i fx geografi og natur/teknologi.

Hvilke færdigheds- og vidensmål relaterer minikurset til i læreruddannelsens fysik-/kemimodul 2?

Minikurset blev gennemført som en integreret del af fysik-/kemifagets modul 2 på læreruddannelsen: "Elevens læring om energi, teknologi og innovation", hvor det bidrager til opfyldelse af følgende færdigheds- og vidensmål.

Målene indgår ideelt med lige vægt i fysik-/kemifagets modul 2. Men det er vores opfattelse at det hvide målpar er underrepræsenteret i den eksisterende undervisning i forhold til det røde og det gule målpar fordi der er en tradition for at disse sidstnævnte mål står stærkere i naturfagsundervisningen i læreruddannelsen. Hvis vi vil have en STEM-undervisning i læreruddannelsen og grundskolen som er teknologisk dannende jf. Nielsen & Sillasen (2020b), skal der i læreruddannelsessammenhæng arbejdes målrettet med didaktik relateret til det hvide målpar i tabel 2.

Færdighedsmål: <i>Den studerende kan planlægge, gennemføre, evaluere og udvikle fysik-/kemiundervisning ...:</i>	Vidensmål: <i>Den studerende har viden om ...:</i>
som inddrager tværfaglige perspektiver på teknologisk udvikling og teknologiens betydning for menneskers sundhed og levevilkår.	tværfaglige perspektiver på teknologisk udvikling og teknologiens betydning for menneskers sundhed og levevilkår.
som inddrager tværfaglige perspektiver på menneskets udnyttelse af naturgrundlaget.	tværfaglige perspektiver på bæredygtig udnyttelse af naturgrundlaget, herunder bæredygtig produktion.
om produktion og teknologi.	produktions- og forædlingsprocesser samt teknologisk udvikling, herunder digital styring.

Tabel 2. Færdigheds- og vidensmål for fysik-/kemifagets modul 2 på læreruddannelsen som inkluderer teknologi (VIA University College, studieordning, 2020).

Minikursets didaktiske design

På basis af litteraturstudiet, overvejelserne om teknologisk dannelse i Nielsen & Sil-lasen (2020b) og tidligere afprøvninger med engineering i læreruddannelsen blev der formuleret et minikursusformat med tre kursusgange a fire lektioner og med studieforberedende aktiviteter til hver kursusgang.

Planlægningen af minikurset gav anledning til en række konkrete didaktiske over-vejelser:

- Med inspiration fra litteraturstudiet skulle minikurset tilrettelægges så de lærer-studerende blev eksponeret for teknologiske begreber, processer og færdigheder der sætter dem i stand til at tilrettelægge en STEM-faglig undervisning (Pleasant, 2020) med fokus på engineering og teknologi. Som det fremgår af kursusindholdet i tabel 3, har vi overført STL-målene – der er opstillet for eleverne i grundskolen – direkte til at være mål for de lærerstuderende i minikurset, vel vidende at der fremover vil være behov for at præcisere mere specifikke teknologiske læringsmål for lærerstuderende.
- Som allerede nævnt skulle minikurset supplere et engineeringkursus hvis fokus var at finde teknologiske løsninger på et “real-world problem” gennem designprocesser, herunder fremstilling af prototyper og iterationer frem mod en acceptabel løsning. Engineeringprocesser er qua deres natur rettet mod teknologisk funktionalitet. Det supplerende minikursus skulle være rettet mod teknologisk betydning hvilket betød at det skulle lægge op til refleksion, herunder sproglig og begrebsmæssig afklaring.

- For at fremme refleksioner med et konkret udgangspunkt rettet mod en eller flere teknologifilosofiske pointer valgte vi at gøre en del af kurset casebaseret. Andre dele af kurset bestod i opgaver der byggede på iagttagelse af omgivelserne, systematisering, fremlæggelse og refleksion. Der blev også plads til en enkelt fiktionsopgave af typen “Beskriv hvad du vil gøre i en situation hvor en essentiel teknologi mangler eller svigter”.
- Det var intentionen at basere størstedelen af kurset på de studerendes egne (guede) diskussioner, refleksioner og opsamlinger. På grund af COVID-19-nedlukningen i april 2020 måtte kurset afvikles virtuelt hvor både vi og de lærerstuderende deltog hjemmefra, hvilket gjorde det vanskeligt – men ikke umuligt – at afvikle livlige diskussioner. Vi skylder de studerende stor tak for deres energiske og koncentrerede deltagelse i en situation hvor virtuel kursusafholdelse var nyt for både dem og os.
- STL-mål 5 “Teknologiens effekter på miljøet” har mange paralleller i de danske naturfagsmål, og undervisning om miljøeffekter og bæredygtighed har en vel-etableret plads i dansk naturfagsundervisning. Af pladshensyn udelod vi derfor undervisning rettet mod det vigtige STL-mål 5 fordi det allerede spiller en stor rolle i grundskolens naturfagsundervisning, og vi vurderede at de lærerstuderende allerede havde mange essentielle kompetencer på dette punkt.

De studerendes forberedelse og studieaktivitet til de enkelte kursusgange er vist i tabel 3 nedenfor. Endvidere vises hvilke STL-mål de forskellige kursusaktiviteter relaterer til.

Der blev således også tid på minikurset til at arbejde med hvordan de studerende i konkrete forløb kan inddrage emner fra kurset i deres undervisning i fysik/kemi, hvilket i et kursus for lærerstuderende er centralt. Men STL-målene i tabel 1 beskæftiger sig – i modsætning til resten af STL-rapporten – ikke direkte med hvordan man underviser i teknologisk dannelse, så umiddelbart kan det se ud som om der her er tale om kursusaktiviteter som ikke rammer nogen af målene i tabel 1. Og dog. Overvejelser om hvordan man konkret underviser i teknologi i et naturfag, fører hurtigt til hvordan forskellige emner fra fagets genstandsområde kan præsenteres så deres sammenhæng tydeliggøres i undervisningen. Derfor viste det sig at konkrete overvejelser i forbindelse med undervisning blev relateret til STL-mål 3 “Forholdet mellem forskellige teknologier og mellem teknologi og andre aktiviteter”. Her repræsenteres “andre aktiviteter” især ved naturfaglig viden og naturfaglige undersøgelser.

Kursusgang 1	
Rettet mod flg. STL-mål fra tabel 1	<i>Hvad er teknologi? Hvor er den? Hvordan ser den ud? Hvad kan den? Hvordan taler man om den?</i>
1 og 2 1 og 3 2. med særlig vægt på teknologiens systemnatur	<p><i>Forberedelse. De studerende arbejder i studiegrupper. De:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Læser og diskuterer en artikel om teknologibegrebet og teknologisk dannelse (Nielsen, 2019). • Vælger og kategoriserer 10-15 teknologiske produkter og maskiner i deres hjem og relaterer dem til følgende kategorier af teknologi: medicinske-, landbrugs-, energi- og maskin-, IKT-, transport-, fremstillings- og konstruktionsteknologier. • Udvælger teknologier i deres bolig som er forbundet med teknologiske systemer som rækker uden for boligen. De laver en prioriteret liste over de teknologiske systemer som de under ingen omstændigheder kan undvære.
1 og 2 1 og 2 2 3	<p><i>På kursusdagen. De studerende:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Hører et kort oplæg om teknologibegrebet. • Diskuterer artiklen og fremlægger dens hovedpunkter. • Fremlægger og diskuterer resultater om systemer i og uden for boligen. • Fremlægger resultater om kategorier af teknologi.
Kursusgang 2	
Rettet mod flg. STL-mål fra tabel 1	<i>Afhængighed af teknologi og cases om en teknologisk historie</i>
4 6 og 7	<p><i>Forberedelse. De studerende arbejder i studiegrupper. De:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Skriver en fiktiv historie om hvad de gjorde den tredje dag efter at en hackergruppe havde lukket for alle kraftværker og højspændingsnettet så der ingen elektricitet var. De skal beskrive problemer og løsninger og hvordan de vil overleve en måned uden elektricitet. • Forbereder en præsentation af et historisk teknologigennembrud, fx dampmaskinen, telegrafenen, radioen, elektrisk lys eller film. (kilder udleveret på forhånd).
4 3, 6 og 7	<p><i>På kursusdagen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kursusholder opsummerer fortællinger om elektriciteten der forsvandt, og hvad vi kan lære af dem. Efterfølgende diskussion om den fiktive fortælling som et muligt scenarie. • Studiegrupperne fremlægger deres historiske teknologicases. Efterfølgende diskussion om hvordan cases kan anvendes i deres kommende undervisningspraksis, og om elevers udbytte ved at arbejde med teknologicases i historisk perspektiv.

Kursusgang 3	
Rettet mod flg. STL-mål fra tabel 1	<i>Teknologiske svipsere, T'et i STEM og teknologisk dannelse</i>
4 og 6	<p><i>Forberedelse. De studerende arbejder i studiegrupper. De:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Forbereder en præsentation af et af tre eksempler på teknologi der gik galt: Theranos & Elisabeth Holmes (teknologisk hype), Boeing 737 MAX (teknologisk kynisme) og Cambridge Analytica (teknologisk manipulation). (Kilder udleveret på forhånd).
	<i>På kursusdagen:</i>
3, 4 og 7	<ul style="list-style-type: none"> • Kursusholder giver respons på de lærerstuderendes overvejelser om brugen af historiske teknologicases i undervisningen.
4 og 6	<ul style="list-style-type: none"> • Præsentation af tre cases om teknologiske svipsere og diskussion af hvad elever kan lære om teknologi på baggrund heraf. Diskussion om behov for kontrol med teknologisk udvikling.
4, 5 og 6	<ul style="list-style-type: none"> • Præsentation af begrundelsen for at arbejde med teknologiforståelse i relation til globale udfordringer rammesat af en STEM-faglighed. Plenumdiskussion om T'et i relation til STEM.
3 og 6	<ul style="list-style-type: none"> • Gruppearbejde: Hver gruppe skitserer et undervisningsforløb hvor en af de teknologier gruppen har arbejdet med, indgår. Derefter fremlæggelse.

Tabel 3. De studerendes kursusaktivitet og forberedelse til de enkelte kursusgange samt overblik over hvilke STL-mål som relaterer til forskellige kursusaktiviteter.

Metode

Dette er et eksplorativt studie hvor empiri blev indsamlet omkring de studerendes deltagelse i et minikursus om teknologi som er designet med udgangspunkt i STL-målene. Empirien er efterfølgende analyseret med en tematisk analysestrategi (Braun & Clarke, 2006; Maguire & Delahunt, 2017) ved at identificere vigtige og interessante pointer som er relevante i forhold til forskningsspørgsmålet.

Empiriindsamlingen omfatter:

Litteraturstudie som forsøgte at kortlægge brugbare pointer i studier om lærerstuderendes holdninger til og opfattelser af STEM-integreret undervisning og hvordan STEM-undervisning kan tilrettelægges for at fremme lærerstuderendes udbytte.

Post-survey med åbne, refleksive spørgsmål som fx “*Har minikurset i teknologiforståelse hjulpet dig til bedre at forstå 1) hvorfor man skal undervise i teknologi og 2) hvad teknologiforståelse er?*” og “*Er der elementer af teknologiforståelse som du synes mangler, eller som vi skal bruge mere tid på fremadrettet i et forløb om teknologiforståelse?*”. (De studerende blev bedt om at begrunde deres svar).

De lærerstuderendes forberedelsesopgaver til de enkelte kursusgange blev indsamlet og analyseret. Forberedelsesopgaverne blev løst af de studerende i grupper og fremlagt i det fælles (Zoom)-forum. De efterfølgende fælles, guidede diskussioner blev brugt til at fremme de studerendes refleksion over teknologiske begreber herunder pointer og sprog som kan fremme deres professionelle blik for emnet i en undervisnings-sammenhæng. Ved at bruge tæt stilladsering samt løbende og fokuseret feedback var det muligt – i hvert fald til en vis grad – at fremme de studerendes højere ordens refleksioner (Ussher & Chalmers, 2011).

Besvarelse af de guidende spørgsmål

De spørgsmål der guidede planlægningen af kurset (spørgsmål A-E. Se afsnittet om minikursets indhold), er besvaret som følger. Spørgsmål A er besvaret i ovenstående afsnit “Opfattelser af og holdninger til STEM-integreret undervisning” med en kondensering af artikler som er brugt som inspiration til design af minikurset. Spørgsmål B og C er besvaret gennem kursusbeskrivelsen. (Se afsnit ovenfor). Spørgsmål D er besvaret nedenfor gennem en tematisk analyse af de studerendes svar på post-survey med refleksive spørgsmål samt svar på forberedelsesopgaverne til de enkelte kursusgange. Spørgsmål E besvares i det afsluttende diskussionsafsnit.

Hvad fik de studerende (og kursusholderne) ud af minikurset?

Præsentationen af hvad de studerende fik ud af kurset, har vi delt i to afsnit: Først ser vi på tre udfordringer vi som undervisere uforudset løb ind i forbindelse med kurset.

Dernæst ser vi på hvad de studerende i en kvalitativ post-survey skrev om deres egne oplevelser og deres udbytte af kurset, og sammenholder de studerendes udsagn med de syv STL-mål.

Tre udfordringer i kurset

I tre tilfælde hvor vi havde stillet de studerende en opgave de skulle løse som en del af deres forberedelse, opstod hvad vi har valgt at kalde en didaktisk udfordring, fordi undervisningen med tilhørende diskussion fungerede dårligere end vi havde forventet.

I det første tilfælde havde vi præsenteret de studerende for et begrebsapparat og stillet en tilhørende opgave hvor begreberne skulle i anvendelse. Men begrebsapparatet passede ikke til opgaven, der – viste det sig – var tæt på at være meningsløs.

I det andet tilfælde blev de studerende præsenteret for et teknologisk kernebegreb (systembeskrivelse af teknologier). Den tilhørende opgave kunne fint løses, men imod forventning fandt de studerende ikke begrebet didaktisk anvendeligt – i hvert fald ikke i første omgang. De studerende fandt dog selv en vej ud af problemet.

I det tredje tilfælde bad vi de studerende se på og fremlægge en række historiske cases. Det gjorde de studerende, men som undervisere måtte vi indse at de spørgsmål der guidede fremlæggelserne, ødelagde de didaktiske pointer.

Udfordring 1: Hvad er teknologi, og hvordan taler man om det i en klasse?

Når man underviser, er det vigtigt at have et egnet sprog rettet mod det faglige indhold og baseret på didaktisk afklarede begreber. Det gælder også når man skal undervise i teknologi. Det indebærer blandt andet at man som lærer skelner mellem forskellige kategorier af teknologi på en måde der giver mening for eleverne. En sammenligning kan være at biologilæreren skelner mellem træer, buske og planter, og kemilæreren mellem baser, syrer og salte osv. Dele af undervisningen tager udgangspunkt i disse kategoriseringer. En passende sproglig og begrebsmæssig kategorisering fra lærerens side hjælper eleverne til at overskue genstandsområdet.

Derfor bad vi som forberedelse til første kursusgang de studerende om at vælge og kategorisere 10-15 eksempler på teknologi i deres hjem. De skulle relatere dem til følgende teknologikategorier, som er en opdeling der foreslås i STL-rapporten (Se tabel 4):

- Medicinske teknologier
- Landbrugsteknologi og relaterede bioteknologier
- Energiteknologier
- Informations- og kommunikationsteknologier
- Transportteknologier
- Fremstillingsteknologier
- Konstruktionsteknologier

Tabel 4. *Teknologiske kategorier som foreslået i STL-rapporten.*

Formålet med opgaven var at udfordre de studerende til at karakterisere hvad de forstår ved teknologi, og hvordan man skaber en form for systematik. Samtidig skulle opgaven udforske hvordan man kan starte diskussioner om teknologi, ved at tage udgangspunkt i elevernes nære omgivelser. Efterfølgende skulle de studerende reflektere

over om disse kategorier er hensigtsmæssige, eller om der er behov for at udvikle en anden inddeling i forbindelse med undervisning i grundskolen.

Nedenstående tabel 5 viser en gruppes eksempler og deres kategorisering:

Teknologier	Fra hjemmet
Medicinske	Hovedpinepiller, Panodil Zapp,
Landbrugs og relaterede bio	Drivhus, Vandhane, Paprika
Energi og maskiner	Eltavle, Køleskab, Mikrobølgeovn, Højttaler (lyd), Philips Hue (lys), Brændeovn, Blu-ray, Opvaskemaskine, Ovn, Kaffemaskine, Lampe
Information og kommunikation	Wifi, Bluetooth, Telefoner, Tv, Kuglepen, Alarmsystem, Fjernsyn, Playstation, Chromecast, Computer
Transport	Cykel, Bil, Rulleskøjter
Fremstilling	Vandglas, Vase, Sko
Konstruktion	Vindue, Spejl, Vinglas, Hårbørste, Billederamme, Hovedpude, Bogreol, Stol, Køkkenrulleholder, Sofa, Sko

Tabel 5. En gruppes svar på opgave til kursusgang 1: Find og kategoriser teknologier der findes i dit hjem.

På den ene side viser de studerendes respons at opgaven satte gang i frugtbare refleksioner, der rakte ud over opgaven, hvilket nedenstående citat er et eksempel på:

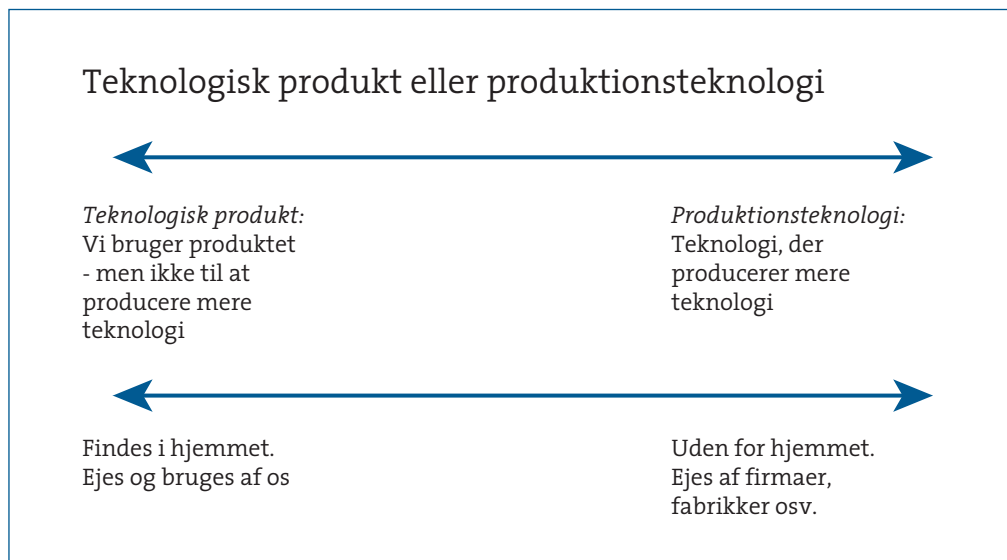
Der er ikke mange ting i vores hverdag som ikke på en eller anden måde er forarbejdet af noget menneskeskabt. Opdelingen af teknologierne kan være svær at afgrænse eller begrænse. Er fremstillingsteknologier fx når noget er fremstillet, eller de værktøjer vi bruger til at fremstille med? Der er også teknologier som er svære at placere, fx en bruser. (Studiegruppe 1, besvarelse af forberedelsesopgave til kursusgang 1).

På den anden side blev det klart at øvelsen med at finde teknologier i de nære omgivelser – her forstået som hjemmet – kombineret med den kategorisering vi havde hentet fra STL-rapporten, ikke var et godt udgangspunkt for en mere generel diskussion om teknologier i samfundet: Hvor findes de? Hvordan ser de ud? Hvad gør de for os? Hvordan virker de? Hvem bestemmer over dem? osv. Da der på forhånd er en del forvirring – både hos lærere og elever – om hvad man skal forstå ved “teknologi”, er det pædagogisk meget uheldigt hvis en underviser er uklar netop ved denne overgang fra en konkret til en mere abstrakt diskussion om teknologi og omgivelser.

Mange af de store og vigtige typer af teknologier som fremstillingsteknologier og konstruktionsteknologier findes nemlig ikke i et almindeligt hjem, og for mange af de øvrige kategorier er det kun et lille udsnit man finder i hjemmet. På den anden side er det klart at vi også i vores hjem er omgivet af masser af teknologi, og det vil være godt at få den pointe frem i undervisningen. Kurset var altså løbet ind i et didaktisk dilemma.

Vi bad de studerende komme med forslag til hvordan man kan snakke med elever om teknologier – med udgangspunkt i de nære omgivelser – uden at dette dilemma opstår.

Diskussion resulterede i følgende opdeling hvor det er produktionsteknologi der behandles (figur 1). Pointen er at i sit hjem møder man først og fremmest teknologier i form af produkter, mens de "store" teknologier, som er omtalt i venstre kolonne i tabel 5, fortrinsvis finde uden for hjemmet: I fabrikker, i procesanlæg (som fx rensningsanlæg), på byggepladser, på store gårde, på banegårde, i lagerhaller, i kraftværker, på boreplatforme eller i form af motorveje eller lufthavne.



Figur 1. En gruppe studerendes forslag til hvordan man i en diskussion med elever kan trække forbindelser fra eksempler på teknologier der findes i hjemmet, til teknologier uden for hjemmet.

Hvis man som lærer vil tage sit teknologipædagogiske udgangspunkt i det nære miljø, er det ikke tilstrækkeligt at have en didaktisk fornuftig typologi for teknologier. Det er også nødvendigt at have strategier for hvordan man på en meningsfuld måde forbinder hjemmets teknologier med omverdenens store teknologier. I forbindelse med den næste udfordring, som har fokus på teknologiske systemer, giver vi et første

sådant bud på hvordan man med afsæt i visse af hjemmets teknologier kan forbinde disse teknologier til den store omverden.

Udfordring 2: Forstås moderne teknologi bedst gennem en systembeskrivelse?

Kompleksitet vs. Sammenhæng.

I den næste opgave skulle studiegrupperne udvælge teknologier som optræder i ens hjem, men er del af et teknologisk system der rækker uden for boligen. De skulle overveje hvilke af systemerne vi ikke kan undvære, og prioritere dem. I tabel 6 ses en gruppes prioriterede liste over teknologiske systemer sorteret efter hvilke systemer de nødigst ville undvære.

1. Vand, varme og el
 - 1.1. Isolering
 - 1.2. Rensningsanlæg
2. Natur og landbrugssystemer
3. Affald og kloaksystemer
4. Sundhedsvæsenet
 - 4.1. Medicin – farmakologi
 - 4.2. Alarmberedskab
5. Informationsteknologi
 - 5.1. Internet
 - 5.2. Telefoni
6. Finanssystem

Tabel 6. En gruppe studerendes svar på opgaven: Find eksempler på teknologiske systemer der optræder i din bolig, men som rækker uden for boligen.

Generelt var grupperne nogenlunde enige om denne prioritering. Men i forbindelse med diskussionen indså de studerende at mange af systemerne er bundet sammen og dermed er indbyrdes afhængige. Konklusionen var at det er lidt omsonst at prioritere systemerne. Hvis man fx forestiller sig at man kunne fjerne finanssystemet, eller at det holder op med at fungere, vil resten af systemerne efterhånden også holde op med at virke eller i hvert fald fungere dårligere.

I opgaven blev de studerende opfordret til at lægge vægt på de mere usynlige dele af systemerne, fx at drikkevandsforsyningen ikke kan fungere uden kontrol og laboratorier der undersøger vandets kvalitet (indhold af bakterier og kemikalierester), eller uden et beredskab der træder i kraft hvis det viser sig at vandet er forurennet, eller uden love der beskytter drikkevandsboringer mod forurening i form af nedsivning.

Udfordringen opstod fordi de studerende fandt at den type systembetragtninger gør undervisningen kompleks, og at systembetragtninger dermed risikerer at blokere for elevernes forståelse af teknologien. Det er ikke nogen urimelig indvending. Den følgende kursusgang dukkede diskussionen op igen. Nu blev der peget på den konstruktive løsning at man i forbindelse med systembetragtninger kan nedtone systemernes kompleksitet og i stedet bruge systembetragtninger til at illustrere hvordan én form for teknologi er afhængig af andre former, som i ovenstående eksempel med finanssystemet. Eller hvordan vandforsyningen er afhængig af det energisystem der driver pumperne, og af et informationssystem der monitorerer systemet.

På den måde endte kursets erfaringer med systembetragtning i en didaktisk modsætning mellem at tale om “teknologisk kompleksitet” og at tale om “teknologiske sammenhænge”, men dog med antydninger af en vej ud af dilemmaet. Igen er der behov for mere didaktisk udviklingsarbejde for at finde de gode strategier i undervisningen.

I en lidt mere kontant øvelse, der også blev brugt til at illustrere de teknologiske systemers indbyrdes afhængighed – og vores afhængighed af dem – blev de studerende bedt om skrive en fiktiv historie om hvad de gjorde på dag tre efter at en hackergruppe havde lukket ned for samfundets elektricitetsforsyning, herunder beskrive problemer og mulige løsninger, og hvordan de fremover ville klare sig en måned uden elektricitet.

En læsning på tværs af de fiktive historier viser at de studerende klart fik identificeret hvad der ikke mere virker (fx opvarmning, køleskab, vandforsyning, brændstof til bilen, telefon, internet, kreditkort), og hvad der stadig virker (fx tørret mad, cykler, batteriradio, stearinlys, boglæsning, brug af kontanter).

De entreprenante fandt på at lave bål til at koge mad, bruge LifeStraw til at rense vand, dyrke grønsager, vaske tøj i hånden og bruge gasgrill eller Trangia. Generelt tænkte alle ud af boksen. Men der var også tanker som rakte længere frem, i forhold til den opståede mangel på transport, de lukkede butikker og potentielle røverier og – ikke mindst – de lukkede informationskanaler for regering og politi: Hvem bestemmer i kaos, og hvor galt kan det gå i en situation hvor samfundet måske bryder sammen på grund af en teknologisk malfunktion?

Udfordring 3: Teknologiske gennembrud og eksempler fra teknologiens historie.

Stil de rigtige spørgsmål.

I forbindelse med kursusgang 2 fik hver studiegruppe som opgave at forberede en præsentation for resten af holdet af et teknologisk gennembrud i form af en opfindelse eller innovation med stor samfundsmæssig betydning. Vi foreslog temaer som dampmaskinen, telegrafene, radioen, elektrisk lys og film, og vi foreslog kilder som de studerende kunne bruge i forberedelsen. De studerende var frit stillet til at vælge et andet gennembrud eller andre kilder.

Vi fandt opgaven vigtig fordi vi mener at undervisning rettet mod STL-mål 7 (Teknologiens indflydelse på historien) bør indgå i et kursus af denne type. Målrettet brug af historiske cases gør det nemlig muligt at demonstrere i undervisningen hvordan et teknologisk gennembrud som fx telefonen muliggør store ændringer i den måde man kommunikerer på, som igen muliggør nye forretningsformer, nye måder at planlægge sociale begivenheder på og nye måder at indsamle informationer på. Didaktisk overskueligt og med tydelige pointer.

Det indgår i de nuværende læringsmål for natur/teknologi at eleverne skal have “viden om teknologiudvikling gennem tiden” eller – i fysik/kemi – “viden om centrale teknologiske gennembrud”. Så vi tænkte at her var der ikke grund til didaktisk nytænkning. Men opgaven, præsentationen og den efterfølgende diskussion var ikke vellykket og bidrog ikke til at opfylde intentionerne med kurset.

De studerende forberedte sig omhyggeligt og gav præsentationer som var detaljerede og præget af stor indsats. Men vi havde stillet opgaven forkert og måske også anvist kilder der ikke var velegnede. Fremlæggelserne bar nemlig præg af at være alt for “teknologihistoriske” med stor vægt på hvem der opfandt hvad og hvornår. Fremlæggelserne blev domineret af navne og årstal og tekniske detaljer. Den type viden er legitim, og bøger om teknologiens historie er fulde af den. Men i forbindelse med dannende undervisning i grundskolen er den mindre vedkommende.

Når man underviser i temaer eller forløb der lægger vægt på teknologisk udvikling, er det essentielle ikke at det var en mand ved navn James Watt der udviklede den roterende dampmaskine, eller Graham Bell der opfandt telefonen. I forbindelse med store teknologiske gennembrud – som fx dampmaskinen eller telefonen – er det langt vigtigere at overveje spørgsmål som:

- Hvad satte denne teknologi mennesker i stand til: Efter at denne teknologi var udviklet, hvad var så muligt som ikke var muligt før? For den enkelte? For samfundet?
- Hvad har denne teknologi af “efterkommere”: Hvilke moderne teknologier blev mulige på grund af denne teknologi eller ville have været umulige uden den?
- Hvilke uønskede/skadelige effekter har denne teknologi haft? På kort sigt? På lang sigt?
- Hvordan er denne teknologi (og evt. dens efterfølgere) blevet standardiseret og/eller reguleret gennem lovgivning? Hvorfor er/var denne standardisering/regulering nødvendig?

Vi begrundet sådanne spørgsmål med at historisk viden om teknologiudvikling sjældent er relevant så længe denne viden forbliver isolerede beretninger om personer og tekniske gennembrud, hvor brillante de end må være. Historiske cases bliver først forståelsesmæssigt nyttige når de tilrettelægges så de bredt belyser STL-mål 7: “Tekno-

logiens indflydelse på historien". Og det gør de bl.a. ved at relatere til mål som STL-mål 3: "Forholdet mellem forskellige teknologier", STL-mål 4: "De kulturelle, sociale osv. effekter af teknologi" og STL-mål 6: "Samfundets rolle i udvikling og anvendelse af teknologi". Eller for at sige det på en anden måde kan historiske cases være ideelle til at belyse metaaspekter ved teknologi (Dakers, 2011), men i planlægning og gennemførelse må man løfte sig ud over den traditionelle teknologihistoriske diskurs. Også her er der behov for udvikling af didaktik, temaer og materialer.

Det kvalitative post-survey

Efter kurset blev de studerende bedt om at svare på en række spørgsmål om kurset og begrunde deres svar. Spørgsmålene blev formuleret i februar 2020, og vi brugte ordet "teknologiforståelse". Ordet refererer i denne forbindelse ikke til de nye digitale forsøgsfag. Med "teknologiforståelse" mener vi her forståelse af "the Nature of Technology".

De tre centrale kvalitative spørgsmål var:

- Hvad er de tre vigtigste ting du tager med dig fra minikurset om teknologiforståelse? (Begrund dit svar).
- Har minikurset i teknologiforståelse hjulpet dig til bedre at forstå hvorfor man skal undervise i teknologi? (Begrund dit svar).
- Har minikurset i teknologiforståelse hjulpet dig til bedre at forstå hvad teknologiforståelse er? (Begrund dit svar).

Der er svar fra 13 studerende. Vi har foretaget en kvalitativ bearbejdning af de studerendes udsagn i overensstemmelse med den trinvis, tematiske analyse der anvises i Maguire & Delahunt, 2017. De studerendes udsagn kunne meningsfuldt inddeles under fire temaer, der gennemgås herunder. Desuden anfører vi hvorledes de fire temaer relaterer sig til de syv STL-mål.

Tema 1: Mit generelle syn på hvad teknologi er

De studerende skriver hvordan de har fået et bredere syn på hvad teknologi er, og at de nu mener at det er vigtigt at teknologi i undervisningssammenhæng behandles i et bredt perspektiv. Et typisk udsagn er:

"Teknologi er langt mere omfattende og kontekstbestemt end jeg havde regnet med."

Et andet udsagn opsummerer mange af de øvrige:

“Jeg har fået meget mere viden om kompleksiteten i teknologiforståelse og hvorfor det er vigtigt at udvikle et mere universelt begrebsapparat der ikke kun knytter sig til moderne digitale teknologier.”

De lærerstuderendes udsagn under tema 1 relaterer alle til STL-mål 1: Karakteristiske træk ved teknologi og afgrænsning af teknologi.

Tema 2: Forståelse af teknologi gennem systembeskrivelse – teknologi er mere end genstande; det er også viden og organisering

De studerende skriver om hvordan de har fået øje for hvor omfattende og indgribende teknologi og teknologiske systemer er i vores hverdag. De fremhæver vigtige sider ved teknologien, som fx at store dele af de teknologiske systemer der forsyner os i vores hverdag, er “usynlige”, og at de mange systemer griber ind i hinanden så systemerne er indbyrdes afhængige. Et typisk udsagn er:

“Det [kurset] har i høj grad været med til at brede min horisont ud ift. hvordan vi taler om teknologi. Samtidig har jeg fået en større forståelse for de “usynlige” systemer i samfundet der griber ind i teknologien.”

De fleste af de lærerstuderendes udsagn under tema 2 relaterer til STL-mål 2: Teknologiske kernebegreber.

Tema 3: Teknologi i min undervisning

De studerende betoner betydningen af at eleverne får kendskab til hvor vigtig teknologi er i vores hverdag og for vores fremtid. En række af dem fremhæver at emner i teknologi lægger op til tværfaglige undervisningsforløb. Et typisk udsagn er:

“Jeg synes minikurset har givet mig meget med i forhold til mine kompetencer inden for teknologi og gjort mig sikker på at jeg vil kunne undervise i det. Teknologiforståelse bør fylde noget i undervisningen, og jeg er sikker på at eleverne også synes at emnet er spændende og lidt anderledes i forhold det “normale” tema i fysik/kemi.”

En anden skriver:

“For det første har jeg ikke selv været klar over hvor meget teknologi fylder i hverdagen, og hvor bredt emnet har været. Derfor har jeg fået et helt nyt indblik i hvor meget det fylder i hverdagen. Denne forståelse jeg har fået af teknologi, mener jeg helt sikkert også er noget eleverne burde vide, så kan [de] helt sikkert også godt forstå hvorfor det skal inddrages i undervisningen.”

De studerendes betoning af hvordan emnet teknologi lægger op til at drage forbindelser til andre fag, betyder at deres udsagn relaterer til STL-mål 3: "Forholdet mellem forskellige teknologier og mellem teknologi og andre aktiviteter". Som tidligere nævnt er "andre aktiviteter" i denne sammenhæng i høj grad repræsenteret ved naturfaglig viden og naturfaglige undersøgelser.

Tema 4: Teknologiens etiske aspekter og behovet for kritik og regulering af teknologi

De studerende omtaler hvordan de har fået et bedre indtryk af den indflydelse som teknologi har på vores liv. Fordi teknologien har så stor en betydning – argumenterer flere af dem – er det også vigtigt at der laves regler om teknologi som beskytter borgerne, og som forhindrer at teknologi misbruges. Flere peger på at denne indsigt ikke kan begrænses til digitale teknologier.

Et typisk udsagn fremhæver flere af disse pointer:

"Især problemstillingen "hvordan påvirker teknologi samfundet hvis den ikke anvendes korrekt og dermed misbruges?" Altså den pointe om at en teknologi på en og samme tid kan reformere et samfund og være banebrydende både inden for medicin, transport, erhverv mm. og samtidig være så katastrofal at den får konsekvenser både lokalt, nationalt og universalt..."

De fleste af de lærerstuderendes udsagn inden for dette tema forholder sig til STL-mål 4: "Kulturelle, sociale, økonomiske og politiske effekter af teknologi" og/eller til STL-mål 6: "Samfundets rolle i udvikling og anvendelse af teknologi".

Kun ganske få udsagn forholder sig til emnet "Teknologiens indflydelse på historien", der også var et af emnerne på minikurset. Men som vi har gjort rede for, var behandlingen af dette emne ikke vellykket, hvad der således bekræftes med de studerendes (manglende) svar på dette område.

Selvom kohorten ikke er stor, og selvom man generelt skal være forsigtig med at fortolke kvalitative data, finder vi at de studerendes svar er præcise og beskrivende nok til at konkludere at der er tale om en rimelig grad af opfyldelse af STL-målene 1, 2, 4 og 6. Om man anser STL-mål 3 for at være opfyldt i rimelig grad, afhænger af om man accepterer at overvejelser om naturfagsundervisning til en vis grad fører til betragtninger over teknologiens forhold til "andre aktiviteter". STL-mål 7 anser vi ikke for at være opfyldt.

Diskussion – implikationer og perspektiver

Vi finder at vi med dette kursusdesign har demonstreret at det er muligt at udvide lærerstuderendes forståelse af hvad teknologi er for et fænomen, samt hvilken rolle

teknologi spiller for den enkelte og for samfundet. Efter at have gennemført kurset er de studerende bedre i stand til at beskrive generelle træk ved teknologi med relation til undervisning i grundskolen. De studerende melder endvidere tilbage at de har fået viden og redskaber – og lyst – til at arbejde med teknologi i deres fremtidige undervisningspraksis i samspil med andre STEM-fag.

Dermed mener vi at vi har leveret evidens for at forskningsspørgsmålet “Kan man lave meningsfuld, dannende teknologiundervisning i læreruddannelsens naturfag med udgangspunkt i STL-rapportens beskrivelse af “technological literacy?” kan besvares positivt.

Vi har i indledningen anført at metaviden om teknologi indeholdes i STL-målene 1, 2, 4 og 6. Svarene i den kvalitative post-survey viser at de studerende har oplevet deres udbytte som godt på disse områder. Mere specifikt finder vi at kurset i rimelig grad har opfyldt STL-målene for teknologisk dannende undervisning, der er opstillet i tabel 1 (dog med undtagelse af STL-mål nr. 7). Vi anser hermed det guidende spørgsmål D som positivt besvaret. Dermed er spørgsmålet om hvorvidt STL-målene kan fungere i en dansk kontekst (guidende spørgsmål E), også positivt besvaret.

Vi begik også en række fejl i de opgaver vi stillede de studerende. Vi har peget på nogle delaktiviteter hvor undervisningen kan tilrettes så STL-målene opfyldes bedre og på en sådan måde at de studerendes erfaringer og refleksioner nemmere kan overføres til deres egen undervisning.

Selvom kurset var kort, giver erfaringerne grund til at antage at det i en dansk sammenhæng vil være muligt at udvikle en sammenhængende didaktik der kobler teknologi med engineeringundervisning som kan danne grundlag for at udvikle elevernes teknologiske dannelse. Dermed mener vi at kurset også viser at T’et har potentiale til at få en mere markant og betydningsfuld plads i fremtidens STEM-undervisning.

Når man ser ud over det didaktiske landskab i Danmark, findes der mange indsatser som kan give inspiration til engineering- og teknologiundervisning i grundskolen og læreruddannelsen (Daugbjerg, Krogh, Nielsen & Sillasen, 2018; Waaddegaard & Sølberg, 2019). Men der er snarest muligt behov for udvikling af en mere sammenhængende STEM-didaktik og undervisningsmaterialer. En sådan udvikling vil selvfølgelig kræve en stor og koordineret indsats. Som et første skridt opfordrer vi Børne- og Undervisningsministeriet til at tage brugen af termen “teknologi” op til revision for at sikre at dens betydning beskrives tydeligere, og at brugen af termen bliver mere konsistent fra fag til fag.

Referencer

Balgopal, M. M. (2020). STEM teacher agency: A case study of initiating and implementing curricular reform. *Science Education*, 104(4), 762-785. <https://doi.org/10.1002/sce.21578>

- Berlin, D. F., & White, A. L. (2012). A Longitudinal Look at Attitudes and Perceptions Related to the Integration of Mathematics, Science, and Technology Education. *School Science and Mathematics, 112*(1), 20-30. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00111.x>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology, 3*(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Dakers, J. R. (2011). Blurring the Boundaries between Human and World. In *de Vries, Marc J (ed.), Positioning Technology Educaton in the Curriculum* (pp. 41-52).
- Daugbjerg, Peer S.; Krogh, Lars Brian; Nielsen, Keld; Sillasen, M. K. (2018). *Engineering i Skolen – Vidensgrundlag*. Aarhus: VIA University College.
- Daugbjerg, P. S. (2021). Folkeoplysning til kvalificering af teknologisk dannelse. *MONA, 1*.
- FN. (2015). Verdensmålene. Hentet fra <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>
- Hedlin, M., & Gunnarsson, G. (2014). Preschool student teachers, technology, and gender: positive expectations despite mixed experiences from their own school days. *Early Child Development and Care, 184*(12), 1948-1959. <https://doi.org/10.1080/03004430.2014.896352>
- ITEA. (2007). *Standards for Technological Literacy. Content for the Study of Technology*. Hentet fra www.iteaconnect.org
- Kurup, P. M., Li, X., Powell, G., & Brown, M. (2019). Building future primary teachers' capacity in STEM: based on a platform of beliefs, understandings and intentions. *International Journal of STEM Education, 6*(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0164-5>
- Madden, L., Beyers, J., & O'Brien, S. (2016). The Importance of STEM Education in the Elementary Grades: Learning from Pre-service and Novice Teachers' Persp. *Electronic Journal of Science Education, 20*(5).
- Maguire, M., & Delahunt, B. (2017). Doing a thematic analysis: A practical, step-by-step guide for learning and teaching scholars. *AISHE-J: The All Ireland Journal of Teaching and Learning in Higher Education, 9*(3).
- Nielsen, K. (2019). Engineering og teknologiforståelse. *Liv i Skolen, 2*, 84-99.
- Nielsen, K., & Sillasen, M. (2020a). Teknologiforstyrrelse: Hvad mener Børne- og Undervisningsministeriet, når de skriver "teknologi"? *MONA, 3*, 63-73.
- Nielsen, K., & Sillasen, M. (2020b). Teknologisk dannelse: Hvorfor og hvad? *MONA, 4*, 66-82.
- Pleasant, J. (2020). Inquiring into the Nature of STEM Problems: Implications for Pre-college Education. *Science and Education, 29*(4), 831-855. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00135-5>
- Radloff, J., & Guzey, S. (2016). Investigating Preservice STEM Teacher Conceptions of STEM Education. *Journal of Science Education and Technology, 25*(5), 759-774. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9633-5>
- Ryu, M., Mentzer, N., & Knobloch, N. (2019). Preservice teachers' experiences of STEM integration: challenges and implications for integrated STEM teacher preparation. *International Journal of Technology and Design Education, 29*(3), 493-512. <https://doi.org/10.1007/s10798-018-9440-9>

- Teknologiforståelse. (n.d.). Hentet fra <https://emu.dk/grundskole/teknologiforstaelse>
- Ussher, B., & Chalmers, J. (2011). Now what? First year student teachers' reflective journal writin. *Waikato Journal of Education*, 16(3), 95-110.
- VIA University College (2020). Studieordningen for Læreruddannelsen i VIA, fagspecifik del. Hentet fra <https://www.via.dk/uddannelser/paedagogik-og-laering/laerer/tidligere-studieordninger>
- Waaddegaard, N., & Sølberg, J. (2019). Hvad ved vi om indsatser inden for engineering i den danske grundskole gennem de sidste 10 år? *MONA*, 2, 31-47.

English abstract

This article reports research investigating the feasibility of teaching technological literacy in a pre-service science teacher training programme based on "Standards for technological literacy" appearing in an ITEA-report (ITEA, 2007). An introductory course on technological literacy was developed and tested in collaboration with physics/chemistry-class student teachers. The learning outcome was mapped and analysed on the basis of the students' study reports and reflections in an open-ended post-questionnaire. The student teachers became more conscious of the importance of technological literacy of pupils and the need to expand their knowledge of the functionality and the meta-aspects of technology.