

I med- og modspil

– lærerperspektiver på samspillet mellem digitale teknologier og fagligt indhold i projektorienteret undervisning

Af Hanne Fie Rasmussen & Stinus Lundum Storm Mikkelsen

Korrekt citering af denne artikel efter APA-systemet

(American Psychological Association System, 7th Edition):

Rasmussen, H. F. & Mikkelsen, S. L. S. (2023). I med- og modspil – lærerperspektiver på samspillet mellem digitale teknologier og fagligt indhold i projektorienteret undervisning. *Learning Tech – Tidsskrift for læremidler, didaktik og teknologi*, (13), 12-37. DOI: 10.7146/lt.v8i13.132972

Abstract

I denne artikel undersøges det empirisk på baggrund af lærerinterviews, hvordan lærere forstår og håndterer den indholdsmæssige kompleksitet, der findes i projektorienteret undervisning, med særligt fokus på de funktioner, digitale teknologier får i forløbene. Artiklens analyser peger på, at selv i højt rammesatte problemorienterede forløb udvikler, forskyder og forandrer det indholdsmæssige fokus sig over forløbets faser. Autentiske problemer lader sig vanskeligt inddæmme af skolens fag og fagligheder, og andre typer viden end den traditionelle skolastiske bliver relevant. Dét er undervisningsformens styrke – men det vanskeliggør også lærerens opgave med at kvalificere elevernes arbejde og understøtte en systematisk kundskabsudvikling. Samtidig har lærernes teknologivalg betydning for de måder, hvorpå undervisningens indhold forandrer sig, ligesom indholdets uforudsigelighed også kan stille foranderlige og uventede krav til teknologernes funktioner og design.

This article presents the results of an empirical study based on data from teacher interviews, on how teachers understand and handle the content complexity found in project-oriented teaching. It has a particular focus on the functions of digital technologies. The analyses point to the fact that even in highly framed problem-oriented teaching, the content develops, shifts and changes over the phases of the course. Authentic problems are hard to embark in or by the school's subjects and disciplines and other types of knowledge than the traditional scholastic ones become relevant. This is the strength of the teaching method – but it also challenges the teacher's when it comes to qualifying the students' work and supporting their systematic development of knowledge. At the same time, the teachers' choice of technology has an impact on the ways in which the content changes, just as the unpredictability of the content contributes with changes and unexpected demands when it comes to the functions and design of the technologies.

I med- og modspil

– lærerperspektiver på samspillet mellem digitale teknologier og fagligt indhold i projektorienteret undervisning

Indledning

Den aktivt undersøgende, produktive og deltagende elev er en grundfigur i folkeskolelovens overordnede fag- og dannelsesforståelse såvel som i de fleste fagbeskrivelser samt i bestemmelsen om den obliigatoriske projektopgave i 9. klasse. Projektorienterede undervisnings- og arbejdsformer i bred forstand har altså en vis udbredelse i skolens undervisning. I praksis kan det være en stor opgave for læreren at sikre "faglighed i tværfagligheden", som er én af ambitionerne med projektorienteret undervisning (Nielsen, 2001) – i folkeskoleloven beskrevet som en "vekselvirkning" mellem fag og tværgående emner og problemstillinger, jf. note 1. Samtidig har de digitale teknologiers indtog på den ene side givet nye muligheder for at understøtte en elev-aktiv, undersøgende og projektorienteret undervisning, men på den anden side introducerer teknologierne også yderligere kompleksitet hvad angår undervisningens form og indhold, der kan udfordre lærernes faglighed og didaktiske overblik.

1 I folkeskolelovens §1, stk. 2 formuleres det sådan, at skolen skal "udvikle arbejdsmetoder og skabe rammer for oplevelse, fordybelse og virkelyst, så eleverne udvikler erkendelse og fantasi og får tillid til egne muligheder og baggrund for at tage stilling og handle." I §5 skitseres lovens overordnede faglighedsopfattelse, der vægter elevernes "faglig(e) fordybelse, overblik og oplevelse af sammenhænge" samt deres tilegnelse af "de enkelte fags erkendelses- og arbejdsformer", og som pointerer, at "i vekselvirkning [med undervisningen i fagene] skal eleverne have mulighed for at anvende og udbygge de tilegnede kundskaber og færdigheder gennem undervisningen i tværgående emner og problemstillinger" (Folkeskoleloven, 2021). I Faghæfterne indgår det undersøgende, kreative og produktive som elementer i de fleste fag; fx gælder det, at "problembaseret undervisning spiller en central rolle i naturfagene" (Børne- og undervisningsministeriet, 2021); i matematik skal undervisningen have "en form, der giver hver elev mulighed for at opleve sig selv som en aktiv, undersøgende og ligeværdig deltager i klassens samarbejde om og med matematik" (Matematik Faghæfte 2019, s. 28); og i dansk er formålet, at eleverne opnår en "åben og analytisk indstilling til samtidens og andre perioders og kulturers udtryksformer", ligesom de op gennem skoleforløbet skal "forholde sig til kultur, identitet og sprog gennem systematisk undersøgelse og diskussion af litteratur og andre æstetiske tekster" (Dansk Faghæfte 2020, s. 7-8).

I denne artikel undersøger vi empirisk på baggrund af lærerinterviews, hvordan lærere forstår og håndterer det komplekse samspil mellem undervisningens indhold og digitale teknologier, der opstår i projektorienterede undervisningsforløb. Artiklens undersøgelses-spørgsmål lyder:

Hvad kendetegner samspillet mellem undervisningsindhold og digitale teknologier i projektorienteret undervisning i grundskolen set fra lærernes perspektiv?



Projektorienteret undervisning anvendes i denne artikel bredt om undervisning, hvor eleverne arbejder selvstændigt (ofte i grupper) med en virkelighedsnær udfordring eller problemstilling, som de undersøger eller på anden måde håndterer, og hvor de afslutningsvist udarbejder et produkt, som besvarer udfordringen og formidler de opnåede indsigter (Graf & Mikkelsen, 2021). Projektorienteret undervisning kan være mere eller mindre lærerstyret både hvad angår problemstilling, arbejdsformer og produkt. En række undervisningskoncepter kan således falde under denne definition, men placere sig forskellige steder på et kontinuum mellem elev- og lærerstyring – fra det problemorienterede projektarbejde og den obligatoriske projektopgave i 9. klasse til storyline-forløb, problembaseret læring (PBL) (Belland et al., 2008; Wood, 2008) og inquiry based (undersøgelsesbaseret undervisning) (Furtak, Seidel, Iverson & Briggs, 2012; Scanlon, Anastopoulou, Kerawalla & Mullholland, 2011).

Baggrund – digitale teknologier i projektorienteret undervisning

Sammenlignet med formidlingsorienteret klasseundervisning er projektorienteret undervisning mere kompleks og dynamisk. Det giver på den ene side fleksibilitet og muligheder for, at eleverne kan arbejde ud fra deres forudsætninger og interesser – men kan på den anden side gøre det svært for eleverne at navigere og fastholde et fagligt fokus,

ligesom det kan være mere udfordrende for læreren både at planlægge og følge elevernes progression og eventuelle vanskeligheder og at sætte ind med den rette støtte i rette tid (Harmer & Alison, 2014; Kirschner, Sweller & Clark, 2006). Den mere selvstændige arbejdsform kan være (for) krævende for nogle elever, og elevernes arbejde risikerer at blive overfladisk og mangle faglig substans (Belland, Glazewski & Richardson, 2008). I den internationale forskningslitteratur om projektorienteret undervisning har det ført til en betoning af, at læreren har en helt central rolle i at kvalificere elevernes arbejde indholdsmæssigt. Eleverne skal støttes gennem vejledning, men også gerne via flere forskellige ressourcer og didaktiske strategier. Hovedudfordringen er at støtte eleverne i at inddrage, anvende og reflektere over faglig viden og begreber i en problemorienteret kontekst, hvor indhold og faggrænser ofte er dynamiske størrelser (Albrechtsen & Qvortrup, 2017; Condliffe, Visher, Bangser, Drohojowska & Saco, 2017; Darling-Hammond & Barron, 2010).

Digitale teknologier kan facilitere elevundersøgelser og -produktion og dermed understøtte projektorienteret undervisning og en mere aktiv og undersøgende elevrolle (ChanLin, 2008; Ravitz & Blazeovski, 2014; Ünal, 2019). Men digitale teknologier introducerer også øget kompleksitet og kan endog virke hæmmende for undervisningens intentioner (Condliffe et al., 2017).

I Danmark er projektorienterede undervisningsformer med inddragelse af digitale teknologier blevet undersøgt empirisk i en række forsknings- og udviklingsprojekter (Bundsgaard, Georgsen, Graf, Hansen & Skott, 2018a, 2018b; Graf & Mikkelsen, 2021; Hansen, Elf, Misfeldt, Gissel & Lindhardt, 2020). Disse peger også på, at lærerens valg af teknologier har betydning for, hvordan eleverne kan tilgå, arbejde og kommunikere det undervisningsmæssige indhold, og at digitale teknologier i sig selv virker konstituerende for, hvad der er og kan være af indhold i undervisningen. Derfor stiller digitale teknologier store krav til lærerens rammesætning og faglige kvalificering af elevernes arbejde.

Der mangler imidlertid viden om, hvordan fagligt indhold og digitale teknologier betinger hinanden og former konkrete undervisningsforløb, og om der fx kan være faglige udfordringer forbundet med digitale teknologier i projektorienteret undervisning. På den ene side kan digitale teknologier have en undervisningsmæssig værdi ved at "knytte sig til den fleksible mulighed for at skabe undren og nysgerrighed blandt eleverne" (Albrechtsen & Qvortrup, 2017, s. 19). På den anden side kan inddragelse af digitale teknologier uden det nødvendige didaktiske overblik og omtanke – fx grundet tilgængeligheden og overfloden af digitale muligheder – være problematisk. Således kan "et primært fokus på teknologi risikere at aflede den fagdidaktiske

opmærksomhed og accelerere uhensigtsmæssige aspekter (...) i undervisningen” (Hansen et al., 2020, s. 48).

Undersøgelsens teoretiske grundlag

Projektorienteret undervisning er kendetegnet ved kompleksitet og indholdsmæssig flertydighed, hvorfor læreren har en helt central rolle i at kvalificere og støtte elevernes arbejde og teknologianvendelse. Til brug for analyserne af, hvordan lærerne forstår og praktiserer denne opgave, anvender vi begreber fra Grossman, Dean, Kavanagh & Herrmann (2019). De har netop, pba. lærerinterviews og undervisningsobservationer, identificeret en række ‘core practices’ – centrale praksisformer – for læreren i projektorienteret undervisning. Praksisformerne retter sig mod fire overordnede mål, der generelt set er centrale i projektorienteret undervisning, nemlig at støtte eleverne i at 1) arbejde med autentiske udfordringer, 2) opbygge en iterativ kultur, 3) samarbejde, og 4) opnå dyb faglig indholdsmæssig læring. Især det fjerde mål står centralt i forhold til den problemstilling, der besvares i denne artikel, og de andre mål skal kun kort berøres her. Målet om at arbejde med autentiske problemstillinger bygger på idealet om, at undervisningen må række ud over klasserummets vægge og give indsigt i, erfaring med og en personlig relation til den sociale og naturlige virkelighed. Det autentiske handler både om virkelighedsrelevante problemer og fænomener, men også om at prøve kræfter med autentiske faglige, videnskabelige og håndværksmæssige metoder. Målet om at skabe en iterativ kultur handler om at udvikle en fag- og klassekultur præget af, at eleverne undersøger, afprøver, reflekterer og justerer deres idéer, hypoteser, produkter mv. Endelig skal læreren understøtte eleverne i forhold til etablering af fællesskabsorienterede og konstruktive samarbejder. Grossman et al. (2021) har en række forslag til praksisformer, der kan understøtte disse mål, som dog ikke skal gennemgås her. Til gengæld vil vi uddybe det fjerde mål om, at eleverne kan opnå dyb faglig indholdsmæssig læring. Målet er forståelse og indsigt i verden, og nogle af midlerne hertil er fagenes viden, begreber og metoder. Pointen er, at den dybe læring på ingen måde er garanteret med projektarbejdsformen, men må understøttes systematisk. Her peger Grossman et al. (2021) på tre centrale lærerpraksisformer: 1) at støtte eleverne i højere-ordens tænkning, 2) at støtte eleverne i at inddrage og anvende faglig viden og begreber og 3) at engagere eleverne i autentiske faglige (videnskabelige, håndværksmæssige, professionelle mv.) metoder og praksisformer. For at åbne mulighed

herfor, er det en betingelse, at det projekt eleverne arbejder med, har fagligt potentiale og kalder på faglige løsninger. Læreropgaven kan så bestå i løbende at anspore eleverne til at analysere data, syntetisere information, evaluere deres arbejde og begrunde deres påstande og de valg, de tager undervejs. Endelig fremhæver Grossman et al. (2021) som beskrevet, at elevers etablering af dybe faglige forståelser har tæt sammenhæng med de muligheder, læreren giver dem i forhold til at gøre erfaring med de måder, hvorpå fagets erkendelser og produkter bliver til – til at opleve sig som producenter og ikke blot forbrugere af viden, produkter og digitale teknologier.

De nævnte praksisformer antages altså at være af afgørende betydning for indholdsmæssig kvalitet i projektorienterede undervisningsforløb. Den danske didaktiker Frede V. Nielsen har foreslået en række begreber, som kan bidrage til at beskrive indholdet processuelt og funktionelt. Her forstås indhold som "det, der (skal) læres, og som (derfor) tematiseres i undervisningen" (Nielsen, 2011, s. 10). Dermed kan – i princippet – alt gøres til genstand for (fungere som indhold i) undervisningen, og Niensens indholdsbegreb omfatter da også såvel fænomener og problemer som kundskaber, færdigheder, metoder eller eleverfaringer. Samtidig er Niensens indholdsbegreb processuelt, idet han skelner mellem det hhv. intenderede, aktualiserede og evaluerede indhold.

Fordelen ved det brede, funktionelle indholdsbegreb er i denne sammenhæng, at det kan bruges til at fremanalysere processuelle forståelser af indhold i de analyserede forløb. For en kritisk betragtning er dette indholdsbegreb imidlertid også så bredt, at det kan blive intetsigende. Undervisning, der baserer sig på denne forståelse, kan risikere at ende som 'tom' metode- og færdighedsøvelse, der ikke handler om noget substantielt i verden. Som et alternativ foreslår Hansen (2012, 2020) at forstå indholdsbegrebet mere snævert som betegnelse for dét konkrete fænomen eller den sag i verden, der arbejdes med i undervisningen. Her er arbejdsmetoder, kategorier, personer og relationer snarere at betragte som midler og kontekst for arbejdet med indholdet. Mens det funktionelle indholdsbegreb er åbent og processuelt og dermed anvendeligt til at fremanalysere det, som lærerne forstår som indhold i undervisningen i et procesperspektiv, så er det 'substantielle' eller fænomenologiske indholdsbegreb nyttigt som et kritisk perspektiv på disse indholdsforståelser.

Endelig er det relevant at inddrage den tyske didaktiker Wolfgang Klafki klassiske skelnen mellem to dannelses- eller indholdsaspekter, hhv. det materiale og det formale. Det materiale aspekt lægger vægt på elevers tilegnelse af kulturens objektive forhold og videnstraditioner, mens det formale prioriterer elevers subjektivitet, erfaringsdannelse og udvikling af almene metodiske kompetencer. Klafki foreslår,

at lærere bør sigte mod ikke blot en syntese, men en dialektisk sammentænkning af de to dannelsesaspekter: eleverne skal beskæftige sig med noget vigtigt, herunder ved brug af fagenes kundskaber og metoder, men med højst mulig grad af selvvirksomhed og på måder, så de opnår en aktiv, metodisk og subjektivt forankret forståelse af sagen – såkaldt kategorial dannelse (Klafki, 1983).

Samtidig er der brug for begreber til at forstå betydningen af de valg, lærerne tager vedrørende inddragelse af digitale teknologier i de projektorienterede undervisningsforløb. Når det kommer til læreres oplevelser med den måde, hvorpå teknologier er til stede i konkrete undervisningssituation, kan man skelne mellem teknologier, der opleves at bidrage som hhv. 'våben-' eller 'redskabsteknologier' (Elf & Paulsen, 2017). 'Våbenteknologier' er teknologier, der opleves at modarbejde eller ligefrem ødelægge undervisningen. Omvendt opleves 'redskabsteknologier' at understøtte intentionerne med undervisningen. Læreres begrundelser for at inddrage teknologier udspringer af et ønske om at stille en bestemt mulighed eller funktion til rådighed for eleverne. Det kan være informationsøgning, fremstilling, eller databearbejdning. Ofte er en digital teknologi udviklet til at varetage en eller flere specifikke funktioner – tekstbehandlingsprogrammer vil fx være oplagte til at understøtte tekstproduktion. Men den intenderede funktion er som bekendt ikke nødvendigvis sammenfaldende med den aktualiserede – tekstbehandlingsprogrammet kan også bruges til at producere volapyk. Samtidig er mange teknologier kendetegnede ved at tilbyde et dynamisk indhold og funktionalitet, fordi brugeren bliver medskabende heraf, fx i web 2.0-teknologier (Ünal, 2019). Det kan således være relevant at forstå en digital teknologis undervisningsmæssige funktion som en dynamisk størrelse, der ikke eksklusivt er et spørgsmål om teknologisk design (Hansen, 2015). Den samme teknologi kan varetage multiple funktioner, der endog kan variere over tid. Derfor kan teknologiers didaktiske funktion både ansues som et designmæssigt, et socialt og et processuelt anliggende, hvor funktionen varierer afhængig af hvem, hvordan og hvornår i undervisningen, teknologien træder ind. Her bliver lærerens didaktiske såvel som teknologiske fantasi og formåen afgørende, og det samme gør elevernes teknologiske kompetencer og engagement. Der kan skelnes mellem (i hvert fald) ni forskellige funktioner, som digitale teknologier kan have i undervisningen: Kompensation, reception, søgning, idégenerering, dataindsamling, databeregning, analyse, produktion, præsentation og evaluering (Hansen, 2015; Slot, 2021). Kompensation bruges om situationer, hvor lærere inddrager teknologier, for at én eller flere elever kan kompensere for fx læse- eller skrivehandicap. Reception forekommer, når teknologien fungerer som afsender af et (fagligt) indhold, som eleven modtager. Søgefunktioner kan indbefatte

internetsøgning, men også søgninger i databaser, dokumenter e.l. Idégenerering kan fx foregå i mindmaps eller noteprogrammer. Dataindsamling, -behandling og analyse kan være tæt forbundne funktioner fx i regneark. Produktions- eller præsentationsfunktioner ses typisk i tekst-, billedbehandlings- eller præsentationsprogrammer, men her sætter kun fantasien grænser. Endelig kan lærere inddrage teknologier med henblik på evaluering eksempelvis i form af opgaver, test, surveys, elevplaner og meget andet. Endelig er det vigtigt at huske – som vi også vil se i denne artikels analyser – at digitale teknologier, uanset om de allerede er didaktiserede læremidler eller rent funktionelle redskaber, altid må tilpasses den konkrete undervisning, og i nogle tilfælde må transformeres 'fra bunden' til didaktiserede undervisningsressourcer af læreren (Gissel, Carlsen, Buch & Skov, 2021).

Undersøgelsens metodiske tilgang

Det empiriske materiale, der ligger til grund for denne artikel, består af transskriptioner af interviews (n=30) med 10 lærere fra 7 skoler, som var involveret i et større forsknings- og udviklingsprojekt med fokus på digitalt understøttet projektorienteret undervisning (Graf & Mikkelsen, 2021). Hver lærer blev interviewet tre gange, i begyndelsen, midten og slutningen af det undervisningsforløb, de hver især udviklede og gennemførte som en del af projektet. Interviewene er til denne artikel bearbejdet i en abduktiv proces (Schwartz-Shea & Yanow, 2013), hvor der er vekslet mellem hhv. læsning og kodning af det empiriske materiale og bearbejdning af teori. Indledningsvist blev det samlede interviewmateriale kodet i NVivo med fokus på lærernes forståelser af undervisningens indhold og teknologiernes funktioner i forløbenes forskellige faser. I denne proces trådte flere eksempler frem, hvor læreres oplevelser af, hvad der udgjorde det faglige indhold, så ud til at forandre sig undervejs i undervisningsforløbene. Samtidig blev det tydeligt, at de digitale teknologiers funktion også forandrede sig undervejs og ofte på uventede måder, og at dette fik selvstændig betydning for forløbenes indhold.

Med afsæt i disse iagttagelser og denne nysgerrighed besluttede vi at arbejde med tre cases, der på forskellig vis kunne demonstrere disse forandringer i indhold og teknologifunktioner. Cases gør det muligt at forholde sig systematisk til et undersøgelsesobjekt som et komplekst socialt fænomen (Flyvbjerg, 2015; Yin, 2018), og det var netop kompleksiteten i den projektorienterede undervisnings relationer

mellem indhold og teknologi og dynamikken i lærernes forståelser heraf, der blev tydelig i analysearbejdet. Efter en informationsorienteret udvælgelsesproces kunne vi udpege tre situationer, som illustrerede denne kompleksitet på væsensforskellige måder. Der er ikke tale om kritiske eller ekstreme cases, men cases vi har set som mønstreksampler på et særligt kendetegn ved projektorienteret undervisning. De kan altså beskrives som paradigmatisk cases. Flyvbjerg (2015, s. 510) har foreslået, at paradigmatisk cases må udpeges intuitivt eller endog fordi de stråler. Det har også til dels været tilfældet her, men samtidig er de tre cases udvalgt dels efter en systematisk gennemlæsning af det samlede materiale, dels informeret af den forskningslitteratur, der er resumeret ovenfor i afsnittet Baggrund – digitale teknologier i projektorienteret undervisning. Der er ikke en særlig progression mellem de tre cases, men de er forskellige, når det kommer til den måde, hvorpå de knytter an til det faglige indhold. De tre cases viser bl.a. en varierende grad af udfordring af fagenes rammer. Samtidig er det tre cases, der demonstrerer forskellige lærerintentioner med de valgte teknologier og intenderede teknologifunktioner. De tre cases er ikke i sig selv generaliserbare og gør det ikke relevant at forstå artiklens fund som almenlydige. Rækkevidden udvides dog, idet de konkrete praksissituationer reflekteres i forhold til forskningens state-of-the-art. Undersøgelsen retter sig primært mod at foreslå opmærksomhedspunkter, som er meningsfulde og produktive for både lærere, læreruddannere og forskere.

I fremstillingen af de tre cases er der brugt citater fra alle tre interviews, der er gennemført med hver lærer. Således er der efter hvert citat anført hvilket interview med den pågældende lærer, citatet stammer fra (angivet som hhv. I1, I2 og I3). Alle deltagere er anonymiseret og optræder med pseudonymer.

Efter hver case følger et analyseafsnit, og afslutningsvist diskuteres artiklens fund på tværs, og der præsenteres en refleksionsmodel for relationen mellem fagligt indhold og teknologifunktioner i projektorienteret undervisning, som opsummerer og operationaliserer studiets fund.

Case 1: Når faget udvider sig

I Case 1 følger vi læreren Karen, der har planlagt og gennemført et problemorienteret forløb i en 6. klasse i matematik. Karen fortæller, at eleverne selv skal finde et emne, de vil undersøge. Det skal være et emne, som de både kan hente og selv generere statistiske data om. Hun har foreslået eleverne, at de kan søge på Danmarks Statistik, men også bedt dem om selv at skabe data ved at udsende et spørgeskema. Herefter skal de undersøge emnet vha. deres data.

” De [eleverne] lærer at bearbejde tal. Jeg mener, lige nu finder de ud af en masse ting. Men hvad skal vi så gøre. Vi kan ikke lave statistik på det. (...) Så de skal lære at hente dataene. Og der skal de faktisk sidde (...) og kigge alle undersøgelserne igennem én efter én (...). Og derefter [skal de] smide data ind i Excel. Det kan de sagtens. Det er de fandme gode til.
(Karen, I1)

Karen fortæller, at hun forud for forløbet har gennemført et forberedende forløb med eleverne.

” Vi har haft understøttende forløb i at lave Excel-ark og diagrammer og sådan noget. Så jeg tror ikke, det bliver en udfordring. Men det er arbejde, der skal gøres. Og det kan være, at jeg beder dem om at lave det som hjemmearbejde.
(Karen, I1)

Som projektet skrider frem, viser det sig, at eleverne ikke kan bruge regnearket til de funktioner, det var tiltænkt.

” (...) de har været ude og interviewe og indsamle data, og så skal de så at sige tælle op i Excel, ikke? Og det var godt nok svært for dem. De fandt hurtigt ud af, at ‘Gud hvor er der mange regneark, vi skal sidde og krydse over’. Så der har de faktisk brugt nogle meget avancerede formler. Der blev de udfordret. (...) Det var over 9. klassetrin, det de sad og arbejdede med.
(Karen, I2)

Det viser sig altså hurtigt, at elevernes problemstillinger og de data, de har indhentet, kræver beregninger, der går ud over det forventede. Det er svært at genfinde Karens oprindelige fokus på opøvelse af færdigheder i håndtering af regneark i det tredje interview. Efter elevernes fremlæggelser synes Karen mere optaget af forløbets tværfaglighed:

” Det blev egentlig ikke bare et matematikprojekt. Og sådan er det med mange projekter. Det bliver tværfagligt. Men nogle gange så ja, så var det egentlig ikke tanken. Tanken var, at det skulle være matematik projektorienteret. Men sådan er det, hver gang man arbejder projektorienteret, så kan det ikke undgås, synes jeg, at få noget kreativt ind eller noget, ja.
(Karen, I3)

Et andet dilemma handler om, hvorvidt Karen skal gøre dét at forholde sig kritisk til undersøgelsesresultater til en del af forløbets indhold. På den ene side synes hun, det er vigtigt, at eleverne forholder sig kritisk til både kilder og til egne resultater, men på den anden side oplever hun det ikke som matematikfagligt indhold, men indhold der hører hjemme i samfundsfag:

” I dag var den sidste dag. Så kan det godt være, at der kommer en lille snert af noget; 'Lad os lige tale om, hvorfor det er sådan, at jeres diagrammer ser sådan ud'. Sådan noget mere samfundsfagligt. Hvorfor ryger folk mindre i dag, end de gjorde? For vi mangler det lidt. Men jeg kunne sagtens finde det. Bare at holde en spise-pause eller sådan noget, hvor vi sidder og snakker. Jeg tror ikke, jeg afsatte en hel matematiktime til det.
(Karen, I3)

Analyse af Case 1

Denne lærer prioriterer autencitet i projektforløbet og lader eleverne gøre sig erfaringer med virkelighedsnære problemer og undersøgelsesmetoder. Det er eleverne, der skal udpege et problem fra den virkelige verden, som interesserer dem, og som de så selv skal skabe data om. Læreren har på forhånd udpeget en teknologi, som hun mener, eleverne vil kunne bruge til at behandle deres data, nemlig et regnearksprogram. Læreren har desuden gjort sig tanker om, hvordan eleverne skal interagere med teknologien, og om hvilke forudsætninger, som vil være nødvendige for dem. Hun har derfor støttet eleverne gennem et forberedende forløb for at klæde dem på til at kunne bruge teknologien. I det læreren følger eleverne tæt i processen, bliver det tydeligt for hende, at samspillet mellem det, der nu er blevet indholdet qua det selvvalgte emne og de indhentede data, har en anden karakter, end den hun havde forestillet sig forud for forløbet og ikke umiddelbart er sammenlignelige. Derfor kræver behandlingen af dem mere komplekse matematikfaglige forståelser og avancerede færdigheder, hvis eleverne skal kunne håndtere regnearksprogrammet.

Den forøgede kompleksitet betyder, at der er brug for både viden og færdigheder fra eleverne, som ikke modsvarer deres niveau i 6. klas-

se. Den uindfriede forventning kan forstås sådan, at teknologiens til-tænkte funktion ikke kan etableres. Som læremiddel kan regnearks-programmet have flere forskellige funktioner i den konkrete undervis-ningssituation. Det kan både introduceres som et værktøj til at løse simple og afgrænsede opgaver og/eller til at kompensere elever, der mangler matematikfaglig viden. Men det kan også, som her, bruges med henblik på at gøre eleverne i stand til at løse opgaver med høj kompleksitet. I disse tilfælde indtræder den ønskede funktion kun, hvis eleverne mestrer teknologien og har et tilstrækkeligt matematik-fagligt overskud.

I casen ser vi, at lærerens praksis på flere måder sigter mod at støtte eleverne i forhold til at overkomme de udfordringer, forløbet bringer. Eleverne lykkes ved at indgå i et håndholdt samspil med hhv. regnearksteknologien og indholdselementer på et højt matematikfag-ligt niveau. Man kan dog sige, at den løbende tilpasning af forløbet på baggrund af de færdighedsmæssige udfordringer, eleverne møder, også betyder, at indholdets formale aspekter får forrang, mens de ma-teriale indholdsaspekter nedtones. Dels bliver der ikke tid til at arbej-de mere systematisk med viden og begreber om bl.a. statistik og fag-lig kommunikation, og dels glider de konkrete emner og fænomener, eleverne undersøger, i baggrunden til fordel for de presserende fær-dighedsmæssige udfordringer. Vægtningen af autencitet, selvbestem-melse og åbenhed fører altså paradoksalt nok til en situation, hvor det autentiske problem mister betydning som 'substantielt' indhold. Det bliver groft sagt underordnet, hvad eleverne undersøger til fordel for spørgsmålet om hvordan – i form af de færdigheder, der skal anvendes.

Da forløbet når den afsluttende fase, har læreren en forventning om, at eleverne skal fremstille og forholde sig kritisk til deres under-søgelse. For at nå i mål med dette vælger læreren at inkludere kreative æstetiske indholdsaspekter, som hun identificerer som billedkunst-faglige, samt kompetencer i kritisk tænkning, som hun identificerer som samfundsfagsfaglige. Her sidst i forløbet er situationen lidt ander-ledes end beskrevet ovenfor. Den åbne udfordring (det selvvalgte em-ne) og kravet om præsentation driver faktisk projektet ud over det rent matematikfagligt færdighedsmæssige (idet eleverne skal præsentere, kommunikere om og forholde sig til deres resultater, som angår 'sub-stantielle' fænomener). Men samtidig skaber det en tværfaglighed, som gør det vanskeligt for læreren at understøtte elevernes inddrag-else og anvendelse af faglig viden, begreber og højere-ordens tænk-ning. Det bliver svært for læreren at fastholde projektførløbets auten-citet og iterative kultur, da forløbet ikke længere lader sig indkredse af faget. Her bliver både faglighedsopfattelsen og tiden en forhindring. Læreren bliver nemlig i tvivl om, hvorvidt hun vil kunne forsvare at

bruge den begrænsede tid, som matematikfaget har til rådighed, på at arbejde på indhold, som ikke forstås som hjemmehørende i netop dette fag. Casen viser således også, hvordan det kan være udfordrende at fastholde selv ret tydeligt fagligt rammesatte projektorienterede forløb inden for en monofaglig ramme. De konkrete fænomener, eleverne undersøger, åbner for flere faglige perspektiver. Men fænomenerne kommer igen til at fremstå som perifere i lærerens indholdsforståelse, denne gang fordi de forstås som hørende til andre fag. Eleverne udfordres således ikke systematisk på substantielle dele af de resultater, de kommer frem til.

Case 2: Når faget sprænges

I Case 2 følger vi læreren Thomas' overvejelser om dét at formulere spørgsmål til en spørgeskemaundersøgelse. Også dette problemorienterede forløb gennemføres i matematikundervisning i en 6. klasse, og også i dette forløb er det eleverne selv, der har udpeget et problem, som de vil undersøge. I denne case skal eleverne gøre det ved at designe, gennemføre og forholde sig til en spørgeskemaundersøgelse. Det første skridt for eleverne består nu i at formulere spørgsmål og sætte dem op i et survey-software, som også kan bruges til præsentation af svarene, når de kommer ind.

” Og det kan godt være, at jeg i morgen vil hjælpe dem med at formulere spørgsmål til deres undersøgelse (...). For man kan sige, det er ikke det, der er vigtigt. Det er vigtigere, at de kender matematikken og programmet, og hvordan man får det til at fungere. Og så har de brug for hjælp til andre ting.
(Thomas, I1)

I det næste interview fortæller Thomas, at eleverne nu har overført deres data fra spørgeskemaprogrammet til et infografisk program, som de bruger til at præsentere deres projekt. I dette interview forholder Thomas sig kritisk til de spørgsmål og svarmuligheder, eleverne har formuleret:

” Jamen, meget matematik er at lave undersøgelser og at kunne stille de rigtige spørgsmål.
(Thomas, I2)

Her anerkender Thomas dét at stille gode surveysspørgsmål som matematikfagligt indhold, og han fortæller, hvordan han netop bruger elevernes formulering af spørgsmål og svarkategorier til at vurdere, hvorvidt eleverne er fagligt dygtige eller udfordrede:

“ Jeg kunne se i dag, at mange af dem også kæmpede med at sætte passende intervaller op (...). De havde lavet intervaller mellem 1 og 2 med, hvor meget man ryger. Det gav bare overhovedet ingen mening. Så der kan man se, at der er de fagligt udfordrede, fordi de ikke har den fornemmelse af virkelighed.
(Thomas, I2)

I interview 3 uddyber Thomas, hvorfor han mener, at det at formulere gode spørgsmål er et meget relevant indhold:

“ Man kan sige, at denne matematik måske er en af de ting, som de fleste af dem vil bruge, når de får job. Altså evnen til at stille præcise spørgsmål (...). Nu lader jeg dem bare køre igennem i dag, fordi jeg tænker, jamen, nu skal vi fortsætte. Men hvis vi havde haft lidt mere tid, som vi skulle have haft i dette projekt, så ville jeg have sagt, at der skulle mere substans til det.
(Thomas, I3)

Ved forløbets afslutning forholder Thomas sig igen evaluerende til eleverne, og igen står de spørgsmål, eleverne har formuleret, centralt i hans argumenter for vurderingen:

“ Det er noget med de spørgsmål, de stillede til deres undersøgelse. Jeg synes simpelthen, det er for tyndt. (...) Jeg skulle måske have guidet dem til noget andet. (...) Der kunne jeg godt forvente noget mere af dem.
(Thomas, I3)

Analyse af Case 2

I case 2 har læreren på forhånd udpeget en teknologi, som skal understøtte elevernes iterative proces med undersøgelsesdata. Teknologien er tiltænkt en række funktioner, idet eleverne både skal generere, arbejde og præsentere data i et samspil med teknologien. Her vægter læreren praksisformer, der skal understøtte elevernes brug af teknologien. Læreren forklarer, at det er vigtigt, at eleverne støttes med henblik på kendskab til både udvalgte matematikfaglige begreber og teknologiens brugerflade, og at de samtidig også støttes i at få deres eget samspil med de faglige begreber og teknologien til at lykkes. Samtidig er der ved begyndelsen af forløbet også faglige indholdsaspekter i spil,

som læreren ikke anser for relevante. Elevernes mulighed for at øve sig i at formulere relevante og virkelighedsnære spørgsmål er et sådant 'ikke-relevant indholdsaspekt'. På dette tidspunkt i forløbet afviser læreren denne kompetence som vigtig og afviser dermed et indhold, der ellers er centralt for projektets autenticitet. I situationen bruger læreren sin opfattelse af, hvad der er legitimt matematikfagligt indhold til at afgrænse og målrette forløbet. Her forstås matematikfaglighed som forskellig fra og vigtigere end det at formulere spørgsmål. For at kompensere for elevernes manglende kompetencer overvejer læreren at overtage elevernes arbejde og lave formuleringerne for dem med henblik på at frigive tid til, at de i stedet kan arbejde med et mere fagrelevant indhold.

I det følgende interview, dvs. senere i forløbet, ses et skifte i lærerens opfattelse af dét at formulere spørgsmål som relevant fagligt indhold. Den åbne udfordring (at udforme spørgeskemaer) som afsæt for en ellers relativt afgrænset opgave (at beregne svar og præsentere resultater) har medført individualiserede lærings- og indholdsveje, og det udfordrer læreren. Han ytrer på dette tidspunkt nye forventninger i forhold til kvaliteten af de spørgsmål, som eleverne i samspil med teknologien har brugt til at generere undersøgelsesdata. Skiftet i lærerens opfattelse sker i takt med, at elevernes teknologibrug skifter fra bearbejdning af data til præsentation af resultater. Når teknologier bruges til at præsentere, vil funktionen ofte bestå i at fremstille et komplekst materiale i et mere overskueligt formidlende format. Det er netop, da elevernes komplekse undersøgelsesdata reduceres til et præsentationsformat, at der sker et skifte i forhold til lærerens forventninger. Her anser læreren det for vigtigt at forholde sig kritisk og kompetent til de spørgsmål, som ligger til grund for elevernes data. Lærerens forsøg på at didaktisere spørgeskemaprogrammet ser ikke ud til at have været fyldestgørende. Efterhånden som forløbet udvikler sig, og projektet får krop, bliver det tydeligt, at de didaktiske valg, der blev truffet tidligt i forløbet – og som på det givne tidspunkt forekom velbegrundede – efterhånden kommer til at fremstå som tvivlsomme. Forløbets hidtidigt primært formale og færdighedsorienterede udgangspunkt, der går på beregning, programhåndtering og surveyopsætning, er stødt imod nogle materiale indholdsaspekter, som bliver nødvendige for, at eleverne overhovedet kan gennemføre de færdighedsmæssige opgaver. At formulere gode surveyspørgsmål og -svarkategorier viser sig at kræve viden om det undersøgte område – og eleverne konstruerer således svarmuligheder med uhensigtsmæssige intervaller, fordi de med lærerens ord "mangler den der fornemmelse af virkelighed". Læreren udfordres således – med Grossman et al.'s (2021) begreber – på at kunne udfolde praksisformer, der støtter eleverne i at inddrage viden og begreber på en reflekteret måde.

I det sidste interview med Case 2 er lærerens forandrede blik på indholdet igen tydeligt, idet "dét at stille præcise spørgsmål" udpeges som et afgørende aspekt af matematikfaget. Her udpeges matematikfaglighed ikke med henvisning til skolefagets læreplaner, men med henvisning til, hvad eleverne får brug for i deres fremtidige arbejdsliv. Det er også dette perspektiv, læreren læner sig op ad i sin evaluering af elevernes såvel som egen praksis. Casen viser således, hvordan en lærers opfattelse af, hvad der er centralt indhold, kan ændre sig på modsætningsfyldte måder undervejs i projektorienteret undervisning. Elevernes selvstændige arbejde med en problemstilling får sit eget liv og kalder så at sige løbende på nye indholdsaspekter og på andre fag. I denne case er der ikke blot tale om et supplement til intenderede faglighed (som i Case 1, hvor det primært er formale indholdselementer såsom færdigheder fra billedkunst og samfundsfag, som eleverne skal anvende til at formidle og forholde sig til deres undersøgelsesresultater). Her er der tale om, at både materiale og formale indholdsaspekter fra et andet fag, samfundsfag (hhv. viden om de konkrete undersøgelsessemner og færdigheder i at stille surveyspørgsmål), trænger ind i matematikforløbet og bliver forudsætningen for, at eleverne kan gennemføre deres undersøgelser.

Case 3: Når fagene ophæves

I Case 3 møder vi lærerne Lise og Peter, der sammen afvikler et projektorienteret forløb i 6. klasse. Forløbet gennemføres uden eksplicit tilknytning til et specifikt fag. Eleverne skal selv vælge hvilket problem, de vil arbejde med under det fælles tema, som Lise og Peter har valgt – 'Verden omkring dig – hvad vil du ændre'. Det er et krav, at eleverne som led i deres undersøgelser skal bruge hjemmesiden Faktalink.dk.

” Vi forsøger, at når vi indskrænker det på den her måde, så er det nogle ordentlige artikler, de sidder med. Så de ikke finder et eller andet inde på Wikipedia, som ikke passer alligevel. Vi forsøger det her med, at de egentlig har fået materialet, og det er noget ordentligt materiale. Ja, at det kan sikre et niveau af faglig lødighed i elevernes arbejde.

(Lise og Peter, 11)

I de tre interviews fortæller Lise og Peter, hvordan eleverne skal hhv. spørge, indsamle, bearbejde og præsentere det, de finder ud af i forløbet. De fortæller, hvordan de opfordrer eleverne til at afgrænse deres undersøgelsesgenstand og til at håndtere viden metodisk.

” Men jeg kan jo høre på dem, dem jeg har snakket med... at det bliver sådan, at de bare har skøjtet hen over de overskrifter. De har ikke læst i artiklerne. De har ikke været ordentligt inde i dem. Og valgte egentlig delemne ud fra [overskrifterne]. (...) De skal sætte sig mere ind i materialet, før de begynder at vælge arbejdsopgaver. Så de lidt mere ved, jamen, hvad er det egentlig, vi vil med det her?

(Lise og Peter, I1)

Lærerne fortæller, at de undervejs fastholder det primært metodiske fokus i forløbet. Løbende forsøger de at understøtte en faglig dybde i elevernes projekter ved at arbejde med fire spørgsmålstyper, som eleverne skal formulere deres undersøgelsesspørgsmål inden for; hhv. fakta-, forklarings-, vurderings- og handlingsspørgsmål. Ved forløbets afslutning skal eleverne så fremlægge deres projekter, og præsentationerne skal indeholde svar på alle fire spørgsmålstyper.

” De er jo vilde med de her dataspørgsmål og egentlig også forklaringsspørgsmål. Det er de dygtige til, det er nemt for dem, fordi det er nemt at finde svar på dem.

(Lise og Peter, I2)

Lise og Peter fortæller, hvordan de søger at hjælpe en gruppe med spørgsmålene til deres selvvalgte tema:

” Gruppen havde fx fundet ud af, hvorfor [Al Qaeda] havde angrebet USA – og det var så fordi: De hader USA, og fordi: USA blander sig. Og så spørger jeg dem jo så: 'Jamen, hvorfor siger USA så ikke bare: Nå, men det er fint, så lader vi være med det?' Og de kom faktisk også i slutningen af timen og sagde: 'Vi tror altså, vi har fundet lidt ud af hvorfor. Det er noget med noget olie, det er noget med penge og noget'. Det prøver vi at arbejde lidt videre med.

(Lise og Peter, I2)

Lise og Peter forklarer, at de har forsøgt at hjælpe eleverne ved at bede dem om at anvende forskellige medier til at formidle svarene på de forskellige spørgsmålstyper:

“ [I forhold til produkter og præsentationer] er det primære redskab nok iPad'en, og de har et hav af apps, de er vant til at bruge, fx iMovie, Keynote, og hvad de ellers har. (...) Altså, vi har set mange grupper, der har lavet de der introvideoer til deres produkt. Og det var et eksempel, vi gav dem på, hvordan kunne man vise sin data og forklarings spørgsmål på en hensigtsmæssig måde, og den har de taget til sig. (...) Det der med at få tænkt over, hvad det er for en stemning man vil skabe, når man viser et produkt.
(Lise og Peter, I3)

Den sidste kommentar henviser bl.a. til en gruppe, der efter lærernes mening overdrev brugen af dramatiske effekter i en fremlæggelse om terrorisme. I det hele taget er Lise og Peter ved forløbets afslutning især optagede af elevernes arbejdsproces og af deres præsentationer:

“ Det, vi så mangler hos nogle af grupperne, det er, at de lige får det øvet inden. Så det er noget, vi skal være obs på. Det skal vi nok sætte tid af til. (...) Der er to ting. Den ene er, at de læser meget op stadigvæk, og den anden ting er, når de begynder at fremlægge noget, der er ude at kontekst.
(Lise og Peter, I3)

Analyse af Case 3

I Case 3 vælger lærerne at introducere en teknologi, der skal sikre forløbets faglige kvalitet. Der er tale om en hjemmeside, som eleverne i første omgang skal bruge til inspiration i forhold til emnevalg og derefter til at etablere et fagligt fundament for deres videre undersøgelse – altså primært en receptiv funktion. Casen er et eksempel på, at hensigten med at inddrage en teknologi kan være at sikre et forløbs faglige fundament. Den valgte teknologi er dog primært en semantisk, journalistisk præget ressource, der ikke på en systematisk måde tilbyder faglige begreber eller arbejdsformer. Lærerne benytter især praksisformer, der har fokus på at støtte eleverne hhv. i deres samarbejde og i at arbejde iterativt. Det sidstnævnte har lærerne struktureret vha. de fire spørgsmålstyper, som eleverne skal formulere deres undersøgelses spørgsmål indenfor (fakta-, forklarings-, vurderings- og handlings spørgsmål). Men lærerne oplever, at mange af eleverne primært anvender spørgsmålene instrumentelt som en slags afkrydsningsliste til at 'komme videre' frem for at bruge dem aktivt i deres læsning af de faglige artikler. Her fungerer samspillet mellem elever og teknologi i form af hhv. fagtekster og metodisk stillads ikke efter hensigten om at skabe fordybelse og begrebsforståelse. Det kan ses som et eksempel

på, at sådanne metodisk orienterede støtte- og lærerpraksisformer kun er en lille del af det store arbejde, det er at skabe en undersøgende og iterativ læringskultur blandt eleverne.

Kompleksiteten i forløbet er omfattende, både hvad angår det tematiske og det metodiske indhold, og det er muligvis medvirkende til, at der opstår et skel mellem hhv. elevernes og lærernes fortolkninger af, hvad forløbets indhold består i. For eleverne har det tematiske, materiale indhold forrang (de undersøger konkrete emner og fænomener), mens lærerne lægger vægt på formale indholdsaspekter som metoder og videnshåndtering. Tanken er, at kvalificeringen af det tematiske indhold skal ske i en synergisk proces mellem de med teknologien valgte baggrundstekster og den metodiske tilgang til undersøgelses-spørgsmål. Her bliver det lærerens oplevelse, at eleverne ikke er grundige nok i den måde, de samarbejder med teknologien. De investerer hverken den fornødne tid eller nysgerrighed, som det vil kræve, hvis forløbets materiale potentiale skal udløses. Den teknologi, eleverne skal bruge til at tilegne sig det selvvalgte indhold, er primært orienteret mod reception og inviterer ikke eleverne til interaktioner af mere dybdegående eller social karakter. Lærernes forsøg på at understøtte elevernes iterative processer gennem fire spørgsmålstyper, udgør ikke den støtte, de havde håbet. I stedet opfatter eleverne dem som en genvej, og de metodiske spørgsmål kommer til at balancere mellem at fremstå som et hjælpsomt redskab og en fjendsk 'våbenteleknologi'.

Når det kommer til at understøtte den gruppe, der arbejder med terrorisme, viser casen et spændende eksempel, hvor lærernes praksis gør en forskel. Da de udfordrer gruppen til at stille uddybende spørgsmål og søge mere komplekse sammenhænge og forklaringer, kalder det på tænkning og yderligere undersøgelser fra elevernes side. Deres opfordring til højere-ordens tænkning i forhold til gruppens autentiske problem sætter eleverne i gang med at finde nye årsagsforklaringer og sammenhænge. Casen viser imidlertid ikke tegn på, at lærerne selv tilbyder faglige begreber, forklaringsmodeller e.l. eller peger på ressourcer, der kan levere det. Eleverne finder tilsyneladende nogle forklarende tekster ('det er noget med olie'), men uden at disse bliver udfordret eller underbygget af lærerne eller af lærerudpegede ressourcer. Lærernes støtte er altså primært metodisk (opfordring til at stille andre typer spørgsmål). Der forbliver således en kløft mellem projekternes formale (metodiske) og materiale (tematiske) indhold, og det bliver eleverne selv, der må prøve at bygge bro.

Mod slutningen af forløbet introducerer lærerne et nyt indholds-fokus, nemlig præsentation af undersøgelserne, og her forventer de igen, at eleverne anvender digitale teknologier. Til forskel fra de to tidligere cases er det ikke lærerne, der udpeger en specifik teknologi, som eleverne så skal bruge i en didaktiseret udgave. I stedet forventer

de, at eleverne gør brug af teknologier, som de allerede kender fra andre private eller faglige sammenhænge. Lærerne benytter så praksisformer, der kan støtte eleverne i forhold til at træffe beslutning om, hvilken præsentationsteknologi de vil samarbejde med. Lærernes forventninger indfries, og de virker tilfredse med elevernes teknologivalg. Men i forhold til præsentationerne ser det dog igen ud til, at lærerne primært har fokus på det metodiske (spørgsmålstyperne) og det formidlingsmæssige håndværk frem for på projekternes tematiske indhold. Paradoksalt nok glider forståelsesspørgsmålet i baggrunden, selvom metoden i form af spørgsmålstyper netop skulle understøtte fordybelse og forståelse. Casen viser, hvordan de materiale og formale indholdsaspekter er gensidigt afhængige; elevernes evne til at stille forståelsesorienterede spørgsmål er afhængige af forhåndsviden og begreber, som metoden ikke selv leverer. Det kan således siges at forblive en formøvelse, hvor eleverne ikke støttes i at opnå en mere substantiel og begrebsmæssig forståelse af undervisningens materiale indhold. Og igen – dette er i hvert fald til dels en effekt af det konkrete didaktiske design – et selvvalgt emne under et bredt fælles tema, som fører elevernes indholdsmæssige fokus i mange retninger og med et utal af mulige fagligheder involveret. Det gør det simpelthen vanskeligt for lærerne systematisk at kvalificere elevernes arbejde inden for en faglig ramme, og det bliver nærliggende at fokusere på metodiske og processuelle indholdsaspekter.

Konklusion og diskussion

Analyserne har vist konkrete eksempler på projektorienterede undervisningsforløb samt udfordringer og potentialer i samspil mellem elever, autentiske problemer og konkrete teknologier. En udfordring består i, at de projektorienterede forløb ikke uden videre lader sig indkredse i en monofaglig forståelsesramme. Case 1 viser et forløb, der er gennemført i matematik, og hvor indholdet indledningsvist udspringer af denne faglighed, men undervejs flytter sig mod et ståsted, hvor faget tvinges til at udvide sig. Case 2 viser et eksempel på, hvordan forandringer af indhold, der indledningsvist er monofagligt, i processen bliver mere tværfagligt. Endelig viser Case 3 et forløb, der gennemføres uden anknytning til et specifikt fag.

Den faglige flertydighed gør det svært for lærerne at navigere på to måder. For det første bliver de ansvarlige for at opretholde en balance mellem på den ene side elevernes selvbestemmelse, de funktionelle

teknologiske muligheder og forløbets autencitet, og på den anden side de fagstrukturerede mål og rammer. For det andet skaber den faglige flertydighed en usikkerhed, hvor læreren bliver udfordret på sin vilighed og kompetence til at lade eleverne bevæge sig ind på andre fagområder end det intenderede. Læreren bliver således udfordret på at kunne kvalificere elevernes arbejde fagligt, efterhånden som projekterne så at sige får deres eget liv og udpeger nye fænomener, fagligheder, videns- og færdighedsområder som relevante. Udfordringen handler dermed også om lærerens mulighed for at afveje og balancere materiale og formale indholdsaspekter. Som vi har set i casene, viser materiale og formale aspekter sig konstant at være gensidigt afhængige (viden om et område bliver fx nødvendigt for at kunne arbejde meto- disk) – men selve det problemorienterede didaktiske design gør det vanskeligere eller mere komplekst at etablere systematiske forbindelser mellem de to med henblik på forståelse (kategorial dannelse). Forbindelserne skal ofte skabes ad hoc, og det udfordrer lærerens evne til at planlægge og understøtte dem mere proaktivt.

Analyserne viser, at digitale teknologier indgår som både unikke, produktive og krævende ressourcer i forløbene. De stiller store krav til lærernes didaktisering og grundige overvejelser om hvilke funktioner, de digitale teknologier skal bidrage med, og ikke mindst hvordan disse funktioner vil kunne realiseres. Funktionerne kan kun realiseres af og med elever, der har de nødvendige forudsætninger. Hvilke færdigheder der kræves, betinges af brugerfladen og de muligheder, der er for udveksling mellem teknologierne og eleverne. Fx hvorvidt det er eleverne, der skal bidrage med data eller andre typer input for at etablere den funktion, der er planlagt.

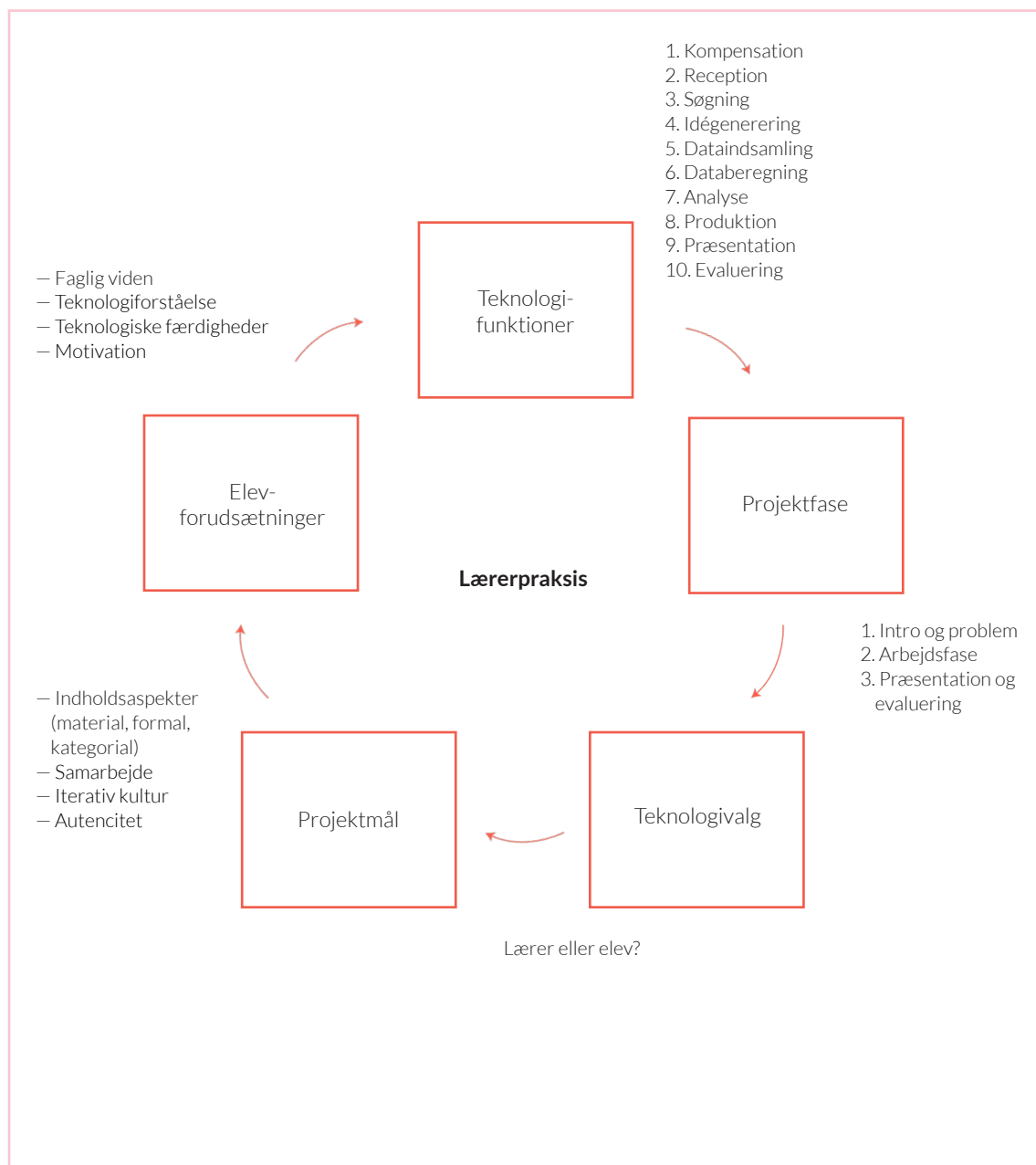
Samtidig har designet af det konkrete undervisningsforløb betydning. Her har vi igen set, at kompleksiteten i projektorienteret undervisning giver særlige udfordringer. Samspillet mellem lærere, elever, teknologier og fagligt indhold er dynamisk og ændrer sig både med projektets overordnede faser (fx opstart, arbejdsfase og præsentationer) og med udviklingen i elevernes forskellige delprojekter. Som vi har set, introduceres der ofte nye teknologier i de forskellige projektfaser (fx teknologier til hhv. idégenerering, søgning og præsentation), men de samme teknologier kan også ændre funktion undervejs, fordi forløbets udvikling kræver det (fx fra simple til mere avancerede beregninger). Det er samtidig ofte i overgangen og oversættelsen mellem teknologiske funktioner knyttet til de forskellige projektfaser, at der opstår udfordringer i forhold til at kvalificere indholdet (fx i oversættelsen fra surveyresultater til infografiske præsentationer). Endelig ligger der en udfordring i på den ene side at fremme elevernes selvstændige valg og vurdering af egnede teknologier og på den anden side at kvalificere teknologivalget i forhold til de funktioner og mål, der er

intenderet (så dramatiske og filmiske virkemidler fx ikke prioriteres over saglighed i en fremlæggelse om terrorisme).

Vi har altså set, hvordan indholdsaspekter, teknologifunktioner og lærerpraksis er dynamiske størrelser i projektorienteret undervisning, og hvordan arbejdsformen derfor kan gøre det vanskeligt for læreren at kvalificere elevernes arbejde og teknologianvendelse systematisk, måske især hvad angår substantielle, materiale indholdsaspekter. Forståelsen og indsigten kan med andre ord gå fløjten i en arbejdsform, der ellers er intenderet at fremme netop dette, og teknologierne kan i værste fald fungere som 'våbenteknologier'. Afslutningsvist vil vi derfor foreslå en refleksionsmodel, der sætter fokus på, hvordan digitale teknologier kan understøtte elevens læreprocesser i projektorienterede forløb. Modellen i Figur 1 skal læses således: Teknologiens intenderede funktioner må overvejes i relation til både de projektfaser, de er tiltænkt; i forhold til elevernes medbestemmelse i forbindelse med valg af teknologier; i forhold til hvordan de understøtter de forskellige projektmål og særligt indholdets forskellige aspekter; samt i forhold til hvilke elevforudsætninger, der kræves, for at realisere funktionerne. I centrum af modellen står lærerens praksis: for hvert skridt i modellen må læreren overveje hvilke konkrete praksisformer, der kan understøtte og kvalificere elevernes arbejde og teknologianvendelse – med henblik på indsigt og forståelse.

Figur 1.

Teknologifunktioner og indhold i projektorienteret undervisning.



Referencer

- Albrechtsen**, T. R.S. & Qvortrup, A. (2017). Undersøgelser baseret undervisning. Et review af nyere forskningslitteratur fra et almindelig didaktisk perspektiv. (Forundersøgelse i projekt Kvalitet i dansk og matematik, delrapport 1). <http://laeremiddel.dk/viden-og-vaerktoejer/rapporter/undersogelsesbaseret-undervisning/>
- Belland**, B. R., Glazewski, K. D. & Richardson, J. C. (2008). A scaffolding framework to support the construction of evidence-based arguments among middle school students. *Educational Technology Research and Development*, 56(4), 401-422.
- Bundsgaard**, J., Georgsen, M., Graf, S. T., Hansen, T. I. & Skott, C. K. (Red.). (2018a). *Innovativ undervisning med IT. Forskning i tre demonstrationsskoleforsøg II*. Aarhus Universitetsforlag.
- Bundsgaard**, J., Georgsen, M., Graf, S. T., Hansen, T. I. & Skott, C. K. (Red.). (2018b). *Skoleudvikling med IT. Forskning i tre demonstrationsskoleforsøg 1*. Aarhus Universitetsforlag.
- Børne- og undervisningsministeriet**. (2021). Problembaseret undervisning – virkelighedsnær og anvendelsesorienteret. emu.dk – Danmarks Læringsportal.
- ChanLin**, L.-J. (2008). Technology integration applied to project-based learning in science. *Innovations in Education and Teaching International*, 45(1), 55-65. <https://doi.org/10.1080/14703290701757450>
- Condliffe**, B., Visher, M. G., Bangser, M. R., Drohojowska, S. & Saco, L. (2017). Project-Based Learning: A Literature Review. MDRC. <https://pdfs.semanticscholar.org/1993/4293e1031b2511876ca04fbe5164bf3170d2.pdf>
- Dansk faghæfte**. (2020). Dansk faghæfte 2020. Børne- og undervisningsministeriet. https://emu.dk/sites/default/files/2020-06/GSK_Dansk_Fagh%C3%A6fte_2020.pdf
- Darling-Hammond**, L. & Barron, B. (2010). Prospects and challenges for inquiry-based approaches to learning. I H. Dumont, D. Instance, & F. Benavides (Red.), *The Nature of Learning. Using Research to Inspire Practice*. OECD Publishing. https://read.oecd-ilibrary.org/education/the-nature-of-learning_9789264086487-en#page215
- Elf**, N. F. & Paulsen, M. (2017). Brug af it i gymnasiet – Muligheder og umuligheder. *Gymnasiepædagogik*, 434-457.
- Flyvbjerg**, B. (2015). Fem misforståelser om casemetoden. I: S. Brinkmann & L. Tanggaard (red.), *Kvalitative metoder: En grundbog* (2. udg.). Hans Reitzel.
- Folkeskoleloven**. (2021, LBK nr 1887 af 01/10/2021). Bekendtgørelse af lov om folkeskolen. Børne- og undervisningsministeriet. <https://www.retsinformation.dk/eli/lt/2021/1887>
- Furtak**, E. M., Seidel, T., Iverson, H. & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of educational research*, 82(3), 300-329. <https://doi.org/10.3102/0034654312457206>
- Gissel**, S. T., Carlsen, D., Buch, B. & Skov, L. I. (2021). Læremidler og læremiddelbrug i L1 i Danmark: Læreres ibrugtagning, didaktisering og redidaktisering af didaktiske, semantiske og funktionelle læremidler i danskundervisningen. *Learning Tech*, (9), 80-119. <https://doi.org/10.7146/lt.v6i9.124762>
- Graf**, S. T. & Mikkelsen, S. S. (red.). (2021). *Digital projektdidaktik*. Aarhus Universitetsforlag.

- Grossman**, P., Dean, C. G. P., Kavanagh, S. S. & Herrmann, Z. (2019). Preparing teachers for project-based teaching. *Phi Delta Kappan*, 100(7), 43-48.
- Grossman**, P. (Red.). (2021). *Teaching core practices in teacher education*. Harvard Education Press.
- Hansen**, T. I., Elf, N. F., Misfeldt, M., Gissel, S. T. & Lindhardt, B. K. (2020). Kvalitet i dansk og matematik: Et lodtrækningsforsøg med fokus på undersøgelsesorienteret dansk- og matematikundervisning: Slutrapport. KiDM. <https://laeremiddel.dk/wp-content/uploads/2020/01/Slutrapport-Kvalitet-i-dansk-og-matematik.pdf>
- Hansen**, T. I. (2012). Indhold og genstand. I T. Illum Hansen, S. T. Graf & J. J. Hansen (Red.), *Læremidler i didaktikken: Didaktikken i læremidler*. Klim.
- Hansen**, T. I. (2015). *Dansk*. Klim.
- Hansen**, T. I. (2020). Indhold. I: P. Brodersen (Red.), *Didaktisk opslagsbog* (1. udgave). Hans Reitzel.
- Harmer**, N. & Alison, S. (2014). The benefits and challenges of project-based learning. A review of the literature (Nr. 6; PedRIO Papers). Pedagogic Research Institute and Observatory (PedRIO), Plymouth University.
- Kirschner**, P. A., Sweller, J. & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational psychologist*, 41(2), 75-86. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1
- Klafki**, W. (1983). *Kategorial dannelse og kritisk-konstruktiv pædagogik: Udvalgte artikler*. Nyt Nordisk Forlag.
- Nielsen**, F. V. (2011). Noter om didaktikkens indholdsbegreb. I: K. K. B. Dahl, J. Læssøe, & V. Simovska (Red.), *Essays om dannelse, didaktik og handlekompetence: Inspireret af Karsten Schnack*. Danmarks Pædagogiske Universitetsskole, Aarhus Universitet.
- Nielsen**, V. O. (2001). *Projektarbejds grundspørgsmål: Et bidrag til afklaring*. Kroghs Forlag.
- Matematik faghæfte**. (2019). *Matematik faghæfte 2019*. Børne- og undervisningsministeriet. https://emu.dk/sites/default/files/2020-09/GSK_Fagh%C3%A6fte_Matematik.pdf
- Ravitz**, J. & Blazevski, J. (2014). Assessing the role of online technologies in project-based learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 8(1), 64-79. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1410>
- Scanlon**, E., Anastopoulou, S., Kerawalla, L. & Mulholland, P. (2011). How technology resources can be used to represent personal inquiry and support students' understanding of it across contexts. *Journal of Computer Assisted Learning*, 27(6), 516-529. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2011.00414.x>
- Schwartz-Shea**, P. & Yanow, D. (2013). *Interpretive research design: Concepts and processes*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203854907>
- Slot**, M. F. (2021). Teknologiforståelse i elevers digitale projektarbejde. I: S. T. Graf & S. S. Mikkelsen (Red.), *Digital projektdidaktik*. Aarhus Universitetsforlag.
- Wood**, D. F. (2008). Problem based learning. *BMJ*, 336(7651), 971-971. <https://doi.org/10.1136/bmj.39546.716053.80>
- Yin**, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods*. Sage Publications.

Ünal, E. (2019). Web 2.0 Technologies Supporting Problem-Based Learning: A Systematic Literature Review. *Journal of Problem Based Learning in Higher Education*, 7(1), 25-50. <https://doi.org/10.5278/ojs.jpblhe.v7i1.2845>