



Designtænkning og spildesign i naturfagsundervisningen

Et casestudie af GBL21-projektet i praksis

Rikke Ransgaard Sørensen

Titelblad

Titel: Designtænkning og spildesign i naturfagsundervisningen - et casestudie af GBL21-projektet i praksis.

Aalborg Universitet, København.

Kandidatspeciale for Cand.It. i: It, Læring og Organisatorisk Omstilling

Vejleder: Thorkild Hanghøj

Afleveringsdato: 14. april 2020

Rikke Ransgaard Sørensen

Studienummer: 20170949

Anslag inkl. mellemrum: 191.076

Antal normalsider (eksl. billeder og figurer): 80

Forord

Spil, naturfag og kreative processer har længe interesseret mig, både fra barnsben og gennem min profession som matematik-, naturfags- og håndværk og designlærer. Igennem mit arbejde har jeg altid haft en nysgerrig og eksperimenterende tilgang til undervisningen, og ser et stort potentiale i elevernes skabende evner, og som en givende del af undervisningen.

Særligt på 2. semester af kandidatuddannelsen blev jeg sporet ind på spilbaseret læring, igennem kurset *Spil, læring og designtænkning*, som var et både meget inspirerende og veltilrettelagt kursus. Derfor har det været en meget spændende og lærerig proces for mig, at få lov at deltage i GBL21-projektet og undersøge, hvordan spildesign og designtænkning kan indtænkes i naturfagsundervisningen, og hvad eleverne får ud af det.

Dette speciale havde ikke været muligt uden andre menneskers hjælp. Jeg vil gerne takke GBL21 for at lade mig få indsigt i deres projekt og lade mig deltage i arbejds møder mellem projektgruppen og lærerne fra de deltagende skoler, som både gav indsigt og var en stor hjælp i at skabe kontakt med praksis.

Tak til den skole, hvor undersøgelsen foregik og til de lærere, der lod mig være en del af deres undervisning og for deres gode modtagelse og engagement i projektet. Tak til eleverne for deres nysgerrighed og positive deltagelse. Af hensyn til deltagernes anonymitet er både skole og navne anonymiseret.

Tak til Thorkild Hanghøj for kyndig vejledning og konstruktive feedback, samt et stort engagement i min undersøgelse, og som har været en stor kilde til inspiration.

En tak til min familie for at støtte mig igennem den lange og lærerige proces, og særligt til min kæreste, for altid at lytte til og sparre om forskellige ideer og perspektiver.

Abstract

The purpose of this thesis is to explore how design thinking might be implemented in science education in Danish schools, as well as contribute with insights through an empirically founded study within the field of design thinking in education. The study constitutes of a qualitative case study of an intervention from the research project "*Game-based learning in the 21st century*" (GBL21). The study focuses on development of students' science competencies when they design games, and how design thinking as an approach to inquiry-based learning can be better linked to the teaching of science in the Danish primary school system.

The GBL21 project is an ambitious project that implements 24 teaching units at 19 different schools in Denmark in 5th and 7th grade within Danish, mathematics, and science. GBL21 aims to develop students' competencies, including design competencies, inquiry, collaboration, process management and learning goals, through game-related design thinking activities.

In the teaching units, students work with game-related design activities including 1) design or redesign of analogue and digital games, 2) game tools as means to investigate and find solutions to design challenges, and 3) design around games where students produce texts related to games.

According to GBL21, it is a challenge to link broad game design activities with general education in relation to curricular content and goals, as well as implementing this approach in teachers' practices.

To answer these challenges, this study is based on a pragmatic case study through observation and interviews of two student groups and three teachers in one of GBL21s' teaching units in 7th grade. Based on different theories of inquiry-based learning, design thinking in education, and game-models, this thesis investigates students' design products and design processes. A framework based on different domains of knowledge is presented for understanding student positioning and curricular activities during their design processes.

Key situations are analyzed through identifying patterns of meaning which result in three main themes for the study:

1. *The balance between the professional domains*
2. *Students' and teachers' priorities between process and product*
3. *Teachers' and students' experiences of the structure*

Results

The study shows potential for a better linking between game design activities and curricular activities in how students select and argue for game elements in their design. Based on students' reflection-in-action, signs of inquiry and modeling processes related

to science competencies where found. Secondly, using a specific model of domains within design, game, and curricular activities, can lead to deeper understanding and reflection of the design process in students, and can be used as a framework for teachers' scaffolding in the classroom.

The study also showed that the physical game products themselves can take up a lot of time and focus from the design process and curricular aims, and teachers find it difficult to get students to reflect upon their games.

It is a challenge for teachers to design and scaffold GBL21-activities that meet the curricular requirements. GBL21 is not a complete solution that can be used in any classroom with any teacher but can provide inspiration for implementing design thinking into teaching practices.

The study presents three design principles for teachers' design of teaching units, implementing design thinking with a curricular aim within science education:

Principle 1

The teacher must ask open-ended questions based on the students' domain positions in order to seek understanding, inspire action, and support linking between the game, design, and curricular domains and thus support inquiry and modeling processes.

Principle 2

The teacher must encourage students to make early prototypes that provide feedback, to avoid a major product focus, and to promote academic reflections on the design.

Principle 3

The teacher should use the phase model of design thinking as an analytical tool through reflective questions rather than as a planning tool, thus promoting students' reflections and providing space for flexible design processes.

These results and principles are based on a single study of a GBL21 teaching unit in science education in 7th grade. A modified version of the unit was also implemented in 5th grade and the GBL21 project consist of two additional units in both grades but is not included in this study. This limits the knowledge of the use of this study in different contexts. Furthermore, the study focuses on curricular content and goals, but does not deal with the influence on other goals such as design competencies, collaboration, and motivation.

Indholdsfortegnelse

1 Indledning	8
1.1 Problemformulering	9
1.2 GBL21 projektet	10
1.3 Designtænkning som didaktisk metode	11
1.4 Naturfaglighed	14
1.4.1 Undersøgelseskompetence	14
1.4.2 Modelleringskompetencen	15
2 Forskningsgennemgang	18
3 Metode	20
3.1 Forskningsparadigme – Pragmatisme	20
3.2 Forskningstype - Casestudiet	21
3.3 Metoder til dataindsamling	22
3.3.1 Observation	22
3.3.2 Videoobservation	24
3.3.3 Interview	26
3.3.4 Pilotundersøgelse	28
3.4 Ethiske overvejelser	28
3.5 Metode til analyse og resultater	29
3.5.1 Tematisk analyse	30
3.5.2 Resultater – udvikling af designprincipper	32
4 Teori	34
4.1 Læring i designbaserede forløb	34
4.2 Designerly ways of knowing	35
4.3 Spil og læring	38
4.3.1 Model for spil	38
4.3.2 Eksogene og endogene spil	39
4.4 Domæneteori	40
4.4.1 Domæner i spilbaserede undervisningsforløb	40
4.4.2 Faglige domæner i casen	42
5 Præsentation af casen og deltagerne	44
5.1 Casen – vandets kredsløb	44
5.2 Udvælgelse af deltagere og kriterier	44

5.2.1 Lærerne	45
5.2.2 Gruppe 1	46
5.2.3 Gruppe 2	46
6 Analyse.....	48
6.1 Tema 1: Balancen mellem fagdomænerne	48
6.1.1 Elevernes inspiration	48
6.1.2 Designvalg i forhold til spillene	53
6.1.3 Lærernes oplevelse af elevernes faglighed	56
Delkonklusion.....	59
6.2 Tema 2: Elevernes og lærernes prioriteringer mellem proces og produkt.....	60
6.2.1 "Det skal være flot"	60
6.2.2 "Der skal bare være vand med"	62
6.2.3 Lærernes fokus	65
Delkonklusion.....	67
6.3 Tema 3: Lærernes og elevernes oplevelser af strukturen.....	68
6.3.1 Designtænkning som struktur.....	68
6.3.2 Metoder som struktur	70
6.3.3 "Man kan mærke når det går i koks"	75
Delkonklusion.....	76
7 Diskussion af resultater.....	77
7.1 Sammenfatning af analysens resultater	77
7.2 Designprincipper.....	78
7.2.1 Designprincip 1 - Balancen mellem fagdomænerne	78
7.2.2 Designprincip 2 - Elevernes og lærernes prioriteringer mellem proces og produkt	79
7.2.3 Designprincip 3 - Lærernes og elevernes oplevelser af strukturen	81
7.3 Kritik af forløbet	82
7.4 Metodekritik.....	83
7.4.1 Diskussion af casestudie af et større DBR-projekt	83
7.4.2 Diskussion af observation som metode	84
7.4.3 Diskussion af interview som metode	84
7.4.4 Generaliserbarhed af resultater	85
8 Konklusion	86

9 Litteraturliste	88
10 Bilagsoversigt.....	92

1 Indledning

I 2017 lavede regeringen en større undersøgelse af elevers læring og trivsel i naturfagene i folkeskolen og på ungdomsuddannelserne (Nielsen et al., 2017). Her fandt man blandt andet ud af, at en del børn og unge mangler motivation for naturvidenskab, at der mangler større fokus på faglighed og udvikling af naturfaglige kompetencer i de enkelte fag, større sammenhæng mellem folkeskolen og ungdomsuddannelserne, mere fokus på arbejdet med praksisfaglighed og virkelighedsnære problemstillinger, og behov for mere efteruddannelse af lærere m.m. (Undervisningsministeriet, 2018). Regeringen udformede den *Nationale Naturvidenskabsstrategi*, som har til formål at fremme naturfagene i uddannelsessystemet og få flere børn og unge til at blive meget dygtige i STEM-fag (Science, Technology, Engineering & Mathematics), samt få flere børn og unge til at vælge naturvidenskabelige ungdomsuddannelser (Undervisningsministeriet, 2018).

Forud for naturvidenskabsstrategien blev der lavet et større litteraturstudie af eksisterende viden om undervisningen og læring i naturfagene (Nielsen et al., 2017). Studiet gentager flere gange, hvordan undersøgelsesbaserede undervisningsformer kan virke motiverende for eleverne og kan være med til at udvikle naturvidenskabelige og centrale kompetencer, som f.eks. *21. århundredes kompetencer*¹. Forskningen har vist mange fordele og positive effekter på elevernes læring ved en undersøgelsesbaseret tilgang, men samtidig er der også mange udfordringer. Særligt stor er udfordringen omkring den konkrete og praktiske afvikling af undersøgelsesbaserede arbejdsformer, som for mange lærere kan være præget af usikkerhed og kaos. (OECD, 2014; Nielsen et al., 2017; Scheer et al. 2012), men en anden udfordring er også at definere den læring der foregår, og sammenkoble den med den almene undervisning (Nielsen et al., 2017; Koh et al. 2015).

Et af de nyere bud på en undersøgelsesbaseret tilgang i undervisningen er designtænkning. Scheer, Noweski og Meinel, som forsker i designtænkning på Hasso-Plattner-instituttet på Potsdam universitet, påstår at designtænkning har en positiv effekt på lærernes og elevernes oplevelser af undersøgelsesbaserede arbejdsformer, støtter lærerne i planlægning og facilitering af undervisningen (Scheer et al., 2012). Designtænkning er blevet interessant at kigge på, i forhold til dets læringsmæssige potentiale. Scheer, Noweski og Meinel argumenterer for at designtænkning er en bedre tilgang til at arbejde undersøgelsesbaseret og konstruktivistisk:

Design Thinking is a constructivist learning design, because of its qualities in training certain skills, which are predispositions for a constructive way of learning: motivation for exploration, openness for new ideas, creative thinking and other metacognitive competences

(Scheer et al., 2012: 11)

¹ En række kompetencer udviklet på baggrund af OECD's undersøgelse af fremtidens kompetencer. Se mere på: <http://info.21skills.dk/>

Ligeledes påpeges det i litteraturstudiet for Naturvidenskabsstrategien at:

Inddragelsen af teknologi, engineering og design i den naturfaglige/-videnskabelige/matematiske undervisning har et interesse- og læringsskabende potentiale. Det samme gælder innovationsfremmende undervisning, hvor elever kan anvende STEM-faglighed på virkelighedsnære problemstillinger.
(Nielsen et al., 2017: 7)

Der er således et stort potentiale i teknologi-, engineering- og designundervisning (TED-undervisning). Et problem er dog at det er uklare områder, som stadig er relativt nye, og som vi ikke har nok forskning på i forhold til naturfagsundervisningen. Risikoen er at designtænkning udvandes, når lærerne oversætter det til praksis. Samtidig påpeger litteraturstudiet at det, ligesom for andre undersøgelsesbaserede undervisningsformer, er en udfordring at koble TED-undervisning til fagene (Nielsen et al., 2017).

Et af de projekter som undersøger designtænkning i undervisningen i større sammenhæng i Danmark, er *Game-based learning in the 21st Century* (Spilbaseret læring i det 21. århundrede eller GBL21). Dette projekt gennemfører over en 1,5-årig periode, en række undervisningsforløb i folkeskolen, hvor eleverne arbejder med at designe i og omkring digitale og analoge spil i fagene dansk, matematik og naturfag (Ejsing-Duun & Hanghøj, 2019). Projektet benytter sig af designtænkning som tilgang, og undersøger effekten på en bred vifte af kompetencer. Dertil udføres der en række følgestudier, som undersøger mere specifikke elementer i de forskellige fag gennem observationer på udvalgte skoler. Derfor er dette projekt udvalgt som case til et observationsstudie af en konkret tilgang til designtænkning i praksis i naturfagsundervisningen. Det er for dette speciale interessant at undersøge potentiale og udfordringer i forbindelse med designtænkning med særlig fokus på den faglige udfordring og udvikling af naturfagene, som Naturvidenskabsstrategien skitserer. Dette med henblik på at undersøge, hvordan eleverne opbygger deres faglighed når der arbejdes med designtænkning, og dermed hvordan designtænkning som tilgang til undervisningen, kan indarbejdes som en del af den faglige undervisning i naturfagene.

1.1 Problemformulering

På baggrund af denne introduktion og afgrænsning, formuleres følgende problemformulering:

Hvordan arbejder eleverne med designtænkning i naturfag, når de skal udvikle deres egne spil, og hvilken betydning har det for deres naturfaglighed?

Ud over problemformuleringen stilles følgende undersøgelsesspørgsmål:

1. *Hvordan kommer elevernes naturfaglighed i spil i et designorienteret forløb?*
2. *Hvilken betydning har spil som designobjekt for elevernes undersøgelsesproces?*
3. *Hvad betyder strukturen i designtænkning for elevernes faglige arbejde og designprocesser?*

I følgende afsnit præsenteres casen yderligere, samt en redegørelse for designtænkning som didaktisk tilgang til undervisning og hvad der forstås med naturfaglighed.

1.2 GBL21 projektet

Her redegøres kort for GBL21 projektet, dets formål, interesseområde og strukturering, for at give overblik over den kontekst casen for specialet foregår i.

GBL21 har til formål at:

... undersøge potentialet i at designe spil i forhold til læring indenfor matematik, naturfag og dansk, såvel som bredere kompetencer som idegenerering, modellering, samarbejde og processtyring på tværs af fag.
(Ejsing-Duun & Hanghøj, 2019: 3, egen oversættelse)

Konkret har GBL21 udviklet 24 forløb som gennemføres i fagene dansk, matematik og naturfag på 5. og 7. årgang på 19 skoler i hele Danmark. Forløbene forventes gennemført i slutningen af 2020. Før og efter forløbene foretages der en effektmåling, der blandt andet måler på elevernes egen tiltro til akademiske og sociale evner, opfattelse af fagenes indhold og kerne, samt elevernes designkompetencer. Til denne del af projektet indgår samtidig 25 skoler, der fungerer som kontrolgruppe (Ejsing-Duun & Hanghøj, 2019).

Ifølge GBL21 er det en udfordring at koble brede spildesignaktiviteter med den almene undervisning i forhold til indhold og mål (Ejsing-Duun & Hanghøj, 2019). Her redegør GBL21 for forskellige måder at komme dette i møde på, herunder 1) at implementere spildesign i pensum, hvor spildesign har værdi i sig selv, 2) spildesign som motivationsfaktor for læring, og til sidst 3) spildesign som middel til faglige mål, hvor spildesign tilpasses den almene undervisning med fokus på faglige mål. Det er særligt den sidste tilgang som GBL21 og dette speciale fokuserer på. Mit fokus herpå er valgt da jeg mener, at det bedst imødekommer specialet problemformulering, og at der her er bedst mulighed for at skalere specialets resultater til andre undervisningsforløb.

I GBL21's forløb arbejder eleverne og lærerne med forskellige tilgange til spildesign, herunder 1) re-design af eksisterende spil eller design af egne spil ud fra en designudfordring 2) spil som et designredskab, hvor eleverne undersøger og designer ved hjælp af digitale spilværktøjer eller spilverdener, 3) design rundt om spillene, hvor

elevernes producerer tekster der relaterer sig til spillene (Ejsing-Duun & Hanghøj, 2019). Dette speciale afgrænser sig til tilgang 1), da dette er udgangspunktet i den udvalgte case.

GBL21 er udformet som et DBR-projekt (Design-based Research) (Christensen, Gynther & Petersen, 2012). Undersøgelsen og resultaterne er således drevet af de design eller *interventioner* i form af undervisningsforløbene, som GBL21 har udviklet. Dette med henblik på at udvikle mere generelle designprincipper, som kan udvikling af undervisningsforløb der indarbejder designtænkning og spildesign (Hanghøj et al., 2019). Disse designprincipper er:

1. *Creating meaningful design challenges within the curricular contexts of Danish, mathematics, and science*
2. *Following the five phases of the design thinking process: explore, interpret, ideate, prototype, and test*
3. *Using analogue and digital game tools to frame and solve the design challenges*
4. *Documenting design processes through design logs and portfolios*
5. *Developing criteria for assessment and feedback relating to both disciplinary aims and specific design competencies*

(Hanghøj et al., 2019: 2-3)

Dette speciale forsøger ligeledes at udvikle designprincipper, dog rettet specifikt mod naturfagsundervisningen, og lærerens arbejde med at udnytte designtænkning som middel faglige mål.

1.3 Designtænkning som didaktisk metode

Dette afsnit gennemgår hvad designtænkning egentlig er og hvordan det kan bruges som tilgang i undervisningen.

Designtænkning trækker på erfaringer fra erhvervslivet, og handler om at arbejde og tænke som en designer. Designtænkning handler om at finde løsninger, med stort fokus på brugerens behov, teknologiske muligheder og med forretningsmæssig værdi. Metoden udspringer ikke fra et læringsperspektiv, men er en måde at beskrive hvordan professionelle designere arbejder (Koh et al., 2015). Designtænkning har været med til at ændre processer både indenfor teknologisk udvikling, men også i forhold til hvordan vi interagerer med teknologien, hvordan vi bedst finder løsninger på problemer både socialt og økonomisk (Koh et al., 2015). Designtænkning har således et bredt anvendelsesområde, og er, som navnet hentyder, en måde at tænke på, og har brugeren i centrum. Ifølge IDEO (2013) har designtænkning fire kendetegn. Designtænkning er:

- *Brugercentreret*
Designeren må gennem empati og dyb forståelse, kunne sætte sig ind i brugerens behov og motivation.
- *Kollaborativ*
Designere arbejder sammen og flere syn på en problemstilling tillægges stor værdi
- *Optimistisk*
Designeren har en tiltro til at kunne gøre en forandring
- *Iterativ*
Designeren ser fejl som en del af processen og eksperimenterer med forskellige ideer, løsninger, materialer mm.

(IDEO, 2013. Toolkit: 11)

Der er kommet en stigende interesse for designtænkning som metodetilgang til undervisningen, og der er derfor både flere kommet bud på, hvordan man kan arbejde med designtænkning som didaktisk metode (Koh et al. 2015; Paaskesen & Nørgård, 2016, IDEO, 2013. Toolkit), samt eksempler på konkrete forløb heri; '*Coding Pirates Future Island*.' (Nørgård & Paaskesen, 2016), '*Future tech town*' (Paaskesen & Nørgård, 2016). Designtænkning præsenterer både en tilgang med forslag til konkrete handlinger og faser, der beskriver elevens designproces, men designtænkning kan også være en grundlæggende tankegang i undervisningen, men som udfoldes på forskellige måder (Scheer et al., 2012; Koh et al., 2015).

Tilgangen til designtænkning i GBL21 minder om den, der er præsenteret af IDEO². Udover at IDEO beskriver et bestemt *mindset*, baseret på de fire kendetegn, involverer det også en bestemt metodisk tilgang, bestående af forskellige faser, der beskriver forskellige dele af designprocessen. Der findes flere forskellige modeller, men de minder ofte om hinanden, og fælles for dem er at de lægger vægt på en iterativ tilgang, hvor der veksles mellem test og feedback og en dyb forståelse af designudfordringen og brugeren. GBL21 tager udgangspunkt i IDEO's model (fig. 1).

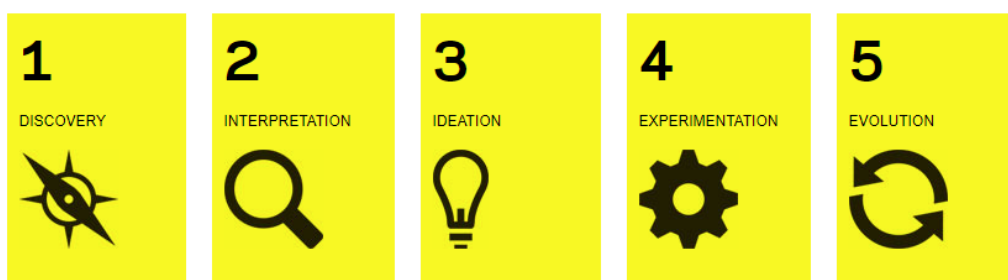


Fig. 1. Designtænkningens faser (IDEO, 2013. Fasemodel)

² IDEO er et prisvindende globalt designfirma, der anvender en brugercentreret tilgang til at hjælpe organisationer i den offentlige og private sektor med at innovere og vokse. Deres tilgang til designtænkning i undervisningssektoren kan findes på <https://designthinkingforeducators.com/>

Denne model er lærerne blevet præsenteret for i modereret form, som de kunne printe ud og vise eleverne.



Fig. 2. GBL21's model for designtænkningens faser.

Modellens cirkulære form illustrerer fasernes iterative natur, og der redegøres her kort for de enkelte fasers indhold, som GBL21 har defineret dem:

- *Undersøg:*
Fasen har fokus på at forstå designudfordringen, indsamle viden og finde inspiration til løsninger. Designeren kan stille sig selv spørgsmålene: Hvad er udfordringen? Hvad skal jeg vide?
 - *Fortolk:*
I denne fase findes der mening og mønstre i den indsamlede viden, og hvad der kan arbejdes videre med. Designeren kan stille sig selv spørgsmålene: Hvordan kan jeg få overblik over min viden? Hvad er det vigtigste jeg fandt ud af?
 - *Få ideer:*
Fokusset i denne fase er at få mange ideer, udvælge og raffinere ideerne. Designeren kan stille sig selv spørgsmålene: Hvilke ideer har jeg? Hvordan kan jeg bruge mine ideer til at håndtere designudfordringen
 - *Eksperimenter:*
I denne fase udvikler designeren prototyper og eksperimenterer med forskellige løsninger eller materialer. Designeren kan stille sig selv spørgsmålene: Hvordan konstruerer jeg min ide? Hvordan kan min ide bruges?
 - *Afprøv:*
I denne fase afprøves prototypen i praksis og designeren søger feedback fra flere kilder, herunder brugeren. Designeren kan stille sig selv spørgsmålene: Hvordan kan jeg afprøve min ide? Hvilken feedback har jeg brug for?
- (minuddannelse, 2020. Lærervejledning)

Hver af disse faser kan gentages eller udlede en ny iteration af produktet, f.eks. kan konstruktionen af en prototype aflede en række spørgsmål, som kræver en ny undersøgelsesfase, eller en afprøvning kan medføre en ny eller bedre forståelse af designudfordringen. Når der i specialet refereres til fasemodellen, er det fig. 2 der refereres til.

1.4 Naturfaglighed

Dette afsnit redegør for det fagfaglige syn i specialet og hvad der forstås med naturfaglighed. Der tages udgangspunkt i uddannelsesministeriets udlægning af faget i faghæftet og naturfaglige kompetencer, der er fælles for fysik/kemi, biologi og geografi. Dette er dels fordi, det er det udgangspunkt der tages i dag i folkeskolen, og derfor hænger sammen med den hverdag, som lærerne står i ude i praksis. Dels fordi det er denne tilgang til undervisningen og de krav, som eleverne holdes op imod både i den formative og summative evaluering.

I dag baseres naturfagene i folkeskolens overbygning på 4 overordnede kompetencer og en række indholdsområder, samt færdigheds- og vidensmål. De nuværende kompetencer blev formuleret i rapporten *"Fremtidens naturfaglige uddannelser: Naturfag for alle – Vision og oplæg til strategi"* (Andersen et al., 2003) og er som følger:

- Undersøgelse
- Modellering
- Perspektivering
- Kommunikation

Hermed blev der skabt sammenhæng mellem fagene og den særlige måde at arbejde naturvidenskabeligt på, og undervisningen i fagene skulle dermed bidrage til at udvikle elevernes naturfaglige kompetencer. Det er særlig de generelle målsætninger som har interesse, når der arbejdes med et fælles forløb, som GBL21-forløbene gør. Derfor er det dem jeg tager udgangspunkt i, når jeg refererer til naturfaglige kompetencer.

En stor del af specialets analyse undersøger, hvordan disse naturfaglige kompetencer bliver bragt i spil i GBL21-forløbet. Derfor udfoldes kompetencerne herunder, som en del af det teoretiske *framework*. Dog gennemgås kun *undersøgelseskompetencen* og *modelleringskompetencen*, da det er disse som er særligt fremtrædende i analysen.

1.4.1 Undersøgelseskompetence

Grundlæggende for elevernes undersøgelseskompetence er evnen til at formulere og besvare egne spørgsmål ved hjælp af naturfaglige metoder (Faghæfte: Fysik/kemi, 2019³). Eleven skal således være i stand til at designe og gennemføre sin egen undersøgelsesproces, samt forholde sig kritisk og vurderende til kvaliteten af

³ Der refereres her til faghæftet for fysik/kemi, men kompetencebeskrivelserne og -målene er fælles på tværs af fysik/kemi, biologi og geografi.

undersøgelsen. Et kendetegn for den naturvidenskabelige undersøgelsesproces er at den ofte har et empirisk grundlag, og derfor søger at finde svar gennem brug af data og observationer. De empiriske metoder kan være mangfoldige og kombinerer både praktiske færdigheder og øvelser, med mere refleksive kompetencer som vurderinger og tolkninger af data og resultater. Fra fælles mål beskrives undersøgelseskompetencen i følgende mål.

Undersøgelser i naturfag		
1.	Eleven kan formulere og undersøge en afgrænset problemstilling med naturfagligt indhold.	Eleven har viden om undersøgelsesmetoders anvendelsesmuligheder og begrænsninger.
2.	Eleven kan indsamle og vurdere data fra egne og andres undersøgelser i naturfag.	Eleven har viden om indsamling og validering af data.
3.	Eleven kan konkludere og generalisere på baggrund af eget og andres praktiske og undersøgende arbejde.	Eleven har viden om kriterier for evaluering af undersøgelser i naturfag.

Fig. 3. Kompetencemål for undersøgelser i naturfag (Faghæfte: Fysik/kemi, 2019: 10)

1.4.2 Modelleringskompetencen

En model i naturfag er en simplificeret repræsentation af virkeligheden. Modellen kan være en illustration, symbolsk, animation, konkrete fysiske modeller osv. men fælles for dem er, at en model kun fremhæver relevante eller udvalgte karaktertræk af et fænomen (Christiansen, 2019). Derfor har modeller alle deres anvendelsesmuligheder og begrænsninger. Elevens modelleringskompetence opsummeres i følgende mål fra fælles mål.

Modellering i naturfag		
1.	Eleven kan anvende modeller til forklaring af fænomener og problemstillinger i naturfag.	Eleven har viden om modellering i naturfag.
2.	Eleven kan vælge modeller efter formål.	Eleven har viden om karakteristika ved modeller i naturfag.
3.	Eleven kan vurdere modellers anvendelighed og begrænsninger.	Eleven har viden om vurderingskriterier for modeller i naturfag.

Fig. 4. Kompetencemål for modellering i naturfag (Faghæfte: Fysik/kemi, 2019: 10)

En stor del af elevens modelleringskompetence i naturfag er derfor at kunne vælge, tolke og vurdere forskellige modeller, samt bruge modeller til at kunne forklare naturfaglige fænomener. Men i faghæftet fremhæves også elevens evne til at "*indgå i modellering som en proces*" (Faghæfte, fysik/kemi, 2019: 22), og det er elevens arbejde og erfaring med modeller og konstruering af modeller, der udbygger modelleringskompetencen.

Der har været rejst spørgsmål om, hvorvidt den naturfaglige modelleringskompetence og matematisk modellering er det samme (Ejersbo, 2014). Den matematiske modelleringsproces starter med en problemstilling udenfor matematikkens verden, hvis kompleksitet omsættes til simplere dele og formuleres i matematisk sprog gennem en "*Oversættelse*". Inden i matematikkens verden kan problemet nu behandles via en "*Matematisk analyse*", og til sidst "*Fortolkes*" til en konkret løsning (se fig. 5).

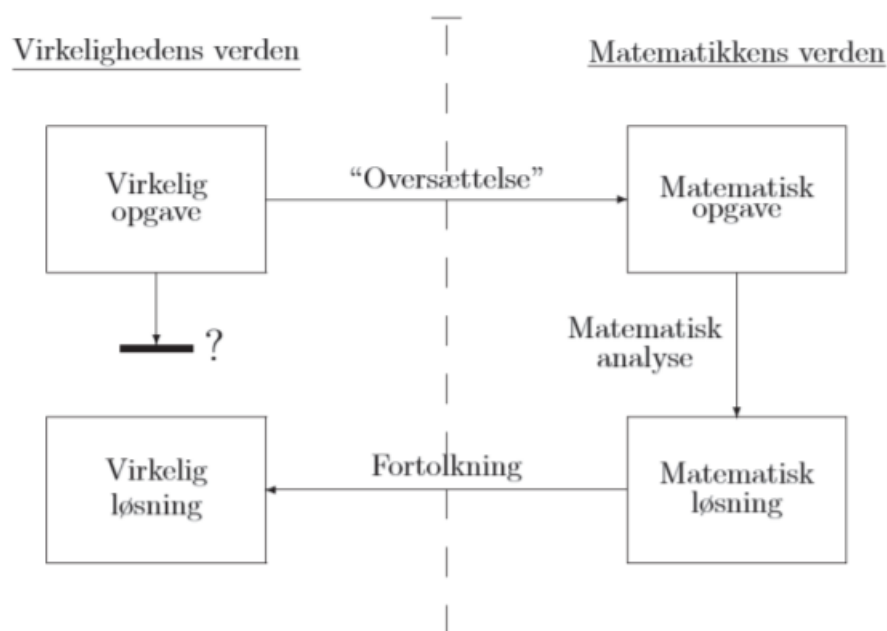


Fig. 5. Simpel model af matematisk modellering (Jensen, 2007: 110)

Den matematiske modelleringsproces kan sammenlignes med modellering i naturfagene. Ifølge Louca & Zacharia (2012) hentyder modellering til en handling eller proces, og foreslår at modelleringsprocessen i naturfagene, kan være en del af at konstruere, vurdere og anvende modeller på baggrund af data, som kan illustreres i nedenstående model se fig. 6.

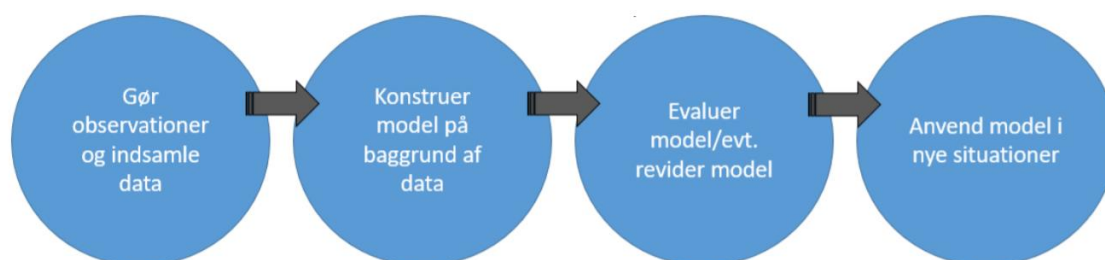


Fig. 6. Model af modellering i naturfag jf. Louca & Zacharia, 2012 (Cristiansen et al., 2012)

De to figurer af hhv. matematisk modellering og naturfaglig modellering har flere lighedspunkter, og særligt fremhæves oversættelsen mellem virkelighedens verden og den fagspecifikke verden, som centralt element i denne modelleringsforståelse. Læringen foregår her i oversættelsesarbejdet mellem virkelighedens verden og matematikkens verden, ligesom den efterfølgende fortolkning. En del af læringen foregår i at finde eller definere den bedste matematiske model igennem kritisk refleksion (Jensen, 2007).

2 Forskningsgennemgang

I dette afsnit præsenteres den eksisterende viden om undervisning og læring i naturfagsundervisningen i den danske folkeskole, med særligt fokus på undersøgelsesbaserede undervisningsmetoder herunder designundervisning. Til dette tages der i stor grad udgangspunkt i litteraturstudiet forud for den nationale naturvidenskabsstrategi (Nielsen et al., 2017).

Den nationale naturvidenskabsstrategi beskriver, hvordan naturfagene skal udvikle sig fremadrettet, med henblik på at få flere børn og unge til at vælge STEM-uddannelser og gøre flere børn og unge *meget* dygtige i naturfagene (Undervisningsministeriet, 2018). Der er formuleret en række udfordringer, som naturvidenskaben står overfor i uddannelsessystemet. Heriblandt er der formuleret en faglig udfordring, som ses som særlig relevant for dette speciales problemfelt:

Der mangler fokus på elevernes opnåelse af dyb faglighed i de enkelte naturvidenskabelige fag samt praksisfaglighed gennem blandt andet arbejdet med virkelighedsnære problemstillinger...

(Undervisningsministeriet, 2018: 6)

Der tales her om praksisfaglighed, hvilket her forstås som kompetence til at anvende faglig viden i arbejdet med virkelighedsnære problemstillinger.

Kompetencebegrebet blev introduceret som fagdidaktisk begreb for ca. 20 år siden blandt andet i KOM-projektet (Niss & Jensen, 2002), og har siden vundet større indpas, og i dag indgår kompetencer i fagbeskrivelserne og fælles mål for samtlige af folkeskolens fag. Især Dolin har været fortaler for at vægte kompetencer over begrebsforståelse, da vi lever i en foranderlig verden, hvor morgendagens viden, færdigheder og behov er svære at forudsige, og derfor bør der fokuseres på fagenes særlige træk, identitet og metoder (Dolin, 2014).

Viden om designundervisning i naturfagsundervisningen.

I litteraturstudiet forud for naturvidenskabsstrategien er det blevet undersøgt, hvilken viden man har om TED-undervisning (Technology, Engineering & Design), hvor eleven skal komme med praktiske og ofte teknologiske løsningsforslag (Nielsen et al., 2017). Om TED-undervisning skrives en række potentialer, der omhandler elevernes motivation og interesse for STEM-uddannelser (Nielsen et al., 2017). Her kan nævnes at TED-undervisning kan tilbyde udfordringer for både fagligt dygtige og svage elever (Levy, 2013). Derudover kan TED-undervisning understøtte arbejdet med modeller, da naturfaglige modeller kan komme i spil både som procesværktøj, som konkrete værktøjer, samt til evaluering (Penner, Lehrer & Schauble, 1998). Til sidst kan det som fordel nævnes, at TED-undervisningens brugercentrerede tilgang i designudfordringerne fremmer elevernes

sociale og økonomiske overvejelser, samt villighed til at lære af hinanden og modtage feedback (Fortus et al., 2004).

Der viser sig dog samtidig nogle udfordringer, heraf fremhæves at TED-undervisning ikke nødvendigvis fører til mere læring (Barnett, 2005). og at det ofte bliver svært at koble forløbet med den almindelige undervisning, så både TED-undervisning og den faglige undervisning tilgodeses (Zubrowski, 2002). Begrundelsen er bl.a. at lærerne ikke selv har en udbygget forståelse for TED-undervisning, og at det ofte er lærerne selv der rammesætter og implementerer TED-forløb. En anden del af problemet tyder på at være, at eleverne ikke får arbejdet med deres forståelse af faglige begreber eller at disse påtvinges en given problemstilling, og dermed bliver kunstigt (Nielsen et al., 2017).

Erfaringer med designtænkning i praksis gennemgås blandt andet i Paaskesen og Nørgaard (2016), som redegør for hhv. *'Future Tech Town'* og *'Coding Pirates Future Island.'* Her skriver Paaskesen og Nørgaard at designtænkning har potentiale til at medføre teknologiske og kulturelle forandringer hos lærere og elever, til at fremme teknologianvendelser i formelle læringskontekster. Dog kræver det et åbent læringsmiljø for at understøtte teknologisk forestillingskraft og handlekraft (Paaskesen & Nørgaard).

Scheer, Noweski og Meinel fra Hasso-Plattner-instituttet lægger dog vægt på en mere struktureret tilgang hvor designtænkningens faser følges (Scheer et al., 2012). De argumenterer for at designtænkning kan tilbyde en mere formaliseret tilgang til konstruktivistisk læring, og skriver at designtænkning understøtter metakognitive færdigheder og kompetencer (Scheer et al., 2012).

Udfordringen er fortsat at udvikle på sådanne forløb, indsamle viden fra praksiseksempler, samt få en fælles forståelse for hvad TED-undervisning er for en størrelse.

3 Metode

I dette afsnit præsenteres speciales videnskabsteoretiske ståsted og kvalitative forskningstilgang gennem casestudiet. Herefter præsenteres de anvendte metoder til indsamling og behandling af data. Dertil tilføjes mine overvejelser omkring min position som forsker i praksis, samt den valgte metodologis indvirkning på mine valg i undersøgelsesdesignet.

3.1 Forskningsparadigme – Pragmatisme

Specialets videnskabsteoretiske ståsted tager afsæt i Deweys pragmatisme.

Pragmatismen tager udgangspunkt i erfaringer ud fra devisen "virker det, er det sandt. Virker det ikke, må vi prøve noget andet." (Brinkmann, 2016). Dewey var inspireret af Darwinismens evolutionsteori og dens principper om udvikling og tilpasning (Brinkmann, 2016), og viden ses derfor som foranderlig og udviklende, frem for en objektiv sandhed, som blot mangler at blive opdaget af mennesket. I stedet er teori en menneskelig konstruktion og samtidig menneskets redskab til at forstå og mestre verden omkring os (Brinkmann, 2016).

Dewey anskuede viden som noget, der er bundet til den konkrete kontekst. Dermed er pragmatismen også et opgør mod dualismen, hvor teori og praksis ses som to forskellige vidensfelter. I stedet forenes de i pragmatismen, og praksis kan faktisk få en højere prioritet, i det Dewey mente at den var fundamental for vores viden. Dette betyder blandt andet, at de hverdagseerfaringer vi gør os, har større værdi end de tanker og ideer vi har om verden. Hvis ikke de afprøves på virkeligheden har de ingen værdi.

Når vi danner os erfaringer, bruger vi vores refleksioner til at forklare disse erfaringer (Schön, 2006). Hos Dewey legitimeres denne forklaring eller teori om virkeligheden, ved at måle på dens anvendelighed og evne til at forklare et givent fænomenet (Brinkmann, 2016). Dermed er vi også med til at forme verden omkring os. Dette betyder at teoretiseringen er et udtryk for forskerens verdensbillede, men da vi samtidig bruger denne viden som et redskab til at mestre verdenen, påvirker vores tolkninger praksis. Derfor er viden ikke i samme grad endegyldige sandheder, da forskerens arbejde ændrer eget genstandsfelt. I stedet må viden i højere grad ses som noget kontekstuel og som et øjebliksbillede af virkeligheden.

Det pragmatisk forskningssparadigme og Deweys vægtning af den konkrete kontekst, leder hen imod en kvalitativ tilgang til undersøgelsen, da den kvalitative forskningstradition vægter beskrivelser af menneskelige og sociale fænomener (Brinkmann & Tanggaard, 2015). Kvalitativ forskning fokuserer på menneskelige oplevelser, og hvordan mennesker skaber mening i verden (Brinkmann & Tanggaard, 2015). Forskeren forsøger at beskrive tingene, som de er i sin helhed, inddrager forskellige perspektiver og beskriver konteksten

for problemfeltet. Resultatet af kvalitativ forskning fører typisk til teoretisering eller hypotese-dannelse. Det betyder samtidig, at der sjældent gives et enkelt svar i kvalitative studier, men i stedet kan flere pointer komme frem, og målet kan være at nuancere og udbygge forståelsen af en problemstilling (Brinkmann & Tanggaard, 2015).

3.2 Forskningstype - Casestudiet

På baggrund af den kvalitative forskningstradition, vælges casestudiet som forskningstilgang. Casestudier fokuserer på at forklare flere aspekter af en problemstilling, for dermed at kunne opnå en bedre forståelse af den konkrete hændelse og opnå praktisk viden (Yin, 2003; Flyvbjerg, 2011). Samtidig kan et casestudie bidrage med en grundig og indlevende forståelse af elevernes handlinger og oplevelser, som kan lede til en forbedret forståelse af elevernes faglighed, samt hvordan designtænkning anvendes i undervisningen.

Casestudiet fokuserer på enkeltstående, unikke eller komplekse fænomener, som f.eks. et klasserum tilbyder (Yin, 2003). Formålet er ikke at finde generaliserbar viden, men at analysere en hændelse eller fænomen, for at undersøge hvilken lære der kan uddrages heraf (Flyvbjerg, 2011). Derfor forsøger casestudiet heller ikke at bekræfte en tese, ved at afprøve teori i praksis, men i stedet forsøger at finde sammenhænge i fænomenet.

Et casestudie foregår typisk ved en udvælgelse af en række interessenter eller deltagere, på baggrund af opstillede kriterier for undersøgelses genstandsfelt. Et gennemgående karaktertræk for interessenterne er, at de repræsenterer et nutidigt fænomen i sin naturlige sammenhæng (Flyvbjerg, 2011). Kriterierne for deltagerne i denne undersøgelse gennemgås i afsnit 5.2.

Et kritikpunkt for valg af casestudiet som forskningsdesign, er den lave grad af generalisering ud fra enkeltstående tilfælde. Hvis ikke undersøgelsens resultater kan sige noget om andre tilfælde, hvorfor er den så relevant? (Flyvbjerg, 2011). Dette er et kritikpunkt, som ofte gør sig gældende for den kvalitative forskningstradition, og Flyvbjerg adresserer dette kritikpunkt ved til dels, at argumentere for at casestudiet er med til at styrke eller svække en teori, men også at en generalisering med stor statistisk sandsynlighed er en overvurderet videnspraksis, som ikke er i overensstemmelse med den komplekse natur af det kvalitative genstandsfelt (Flyvbjerg, 2015). Flyvbjerg mener at der må gøres op med den kvantitative forskningstradition, som den eneste måde til at indsamle legitim viden, da det ikke indfanger virkelighedens nuancer og kompleksitet (Flyvbjerg, 2015).

På baggrund af mit valg af casestudiet som forskningsdesign, er min undersøgelse bygget op omkring en række videounderstøttede observationer, som skal søge at give indblik i elevernes designprocesser og faglighed under GBL21-forløbet, samt hvilken faglighed den konkrete afvikling af GBL21-forløbet lægger op til.

3.3 Metoder til dataindsamling

I forhold til indsamling af data i casestudiet er der primært fokuseret på observation. Det vil sige både direkte deltagerobservation i klasseværelset samt videoobservation af deltagerne. I casen observerer jeg to elevgrupper og de respektive lærere. Her gør jeg rede for min positionering som observatør, samt etiske såvel som praktiske overvejelser i forhold til videoobservation.

Til at understøtte mine observationer benytter jeg mig dels af feltnoter, og dels af efterfølgende interview med både lærerne og to elevgrupper. Dette med henblik på at triangulere mine data, samt opnå indsigt i deltagernes tanker og holdninger til forløbet og udvalgte hændelser.

3.3.1 Observation

Observation er en metode der giver indblik i, hvordan mennesker handler i forskellige sammenhænge. Den kan typisk bruges til at undersøge deltagernes interaktion med omverden, og det materielle såvel som det sociale, men kan give særlig indsigt i adfærd, praksisser, sprogbrug, forhandlinger og konflikter, samt tavs viden, gestik og kropssprog imellem deltagerne (Ingemann et al., 2018). Observation kan bruges med mange formål, både til at beskrive, forklare, forstå praksis (Hansen & Carlsen, 2017). Det er vigtigt at understrege at observation oftest foregår på feltets præmisser, og kan dermed give dybdegående og praksisnært data, frem for en mere kvantitativ tilgang, som f.eks. spørgeskemaundersøgelser (Ingemann et al., 2018). Dog findes der forskellige grader af strukturering af observation, som påvirker hvilken slags data der dannes, ligesom formålet med observationen må stå klart.

I et komplekst miljø som en læringssituation er, er det vigtigt at understrege at observatøren tager en række bevidste, såvel som ubevidste valg i forhold til, hvad der vælges at fokusere på. Derfor vil en observation altid være et udtryk for observatørens videnskabsteoretiske ståsted, samt formål med observationen.

Ingemann skelner dels mellem 1) deltagergrad, som går fra ikke-deltagende observatør til fuld deltager, og dels mellem 2) graden af struktur, som går fra struktureret til ustruktureret. Derudover kan 3) observationens formål være beskrivende, fokuseret eller selektiv (Ingemann et al., 2018).

Formålet med denne observation er primært at være beskrivende, dvs. at registrere så meget og så neutralt som muligt. Dog har observationen et vist fokus, idet at udvælger nogle elevgrupper som jeg følger, samt jeg på forhånd har gjort mig tanker om hvad jeg ønsker at observere på, her særligt tegn på elevernes faglige arbejde.

Graden af deltagelse

Jeg placerer mig som ikke-deltagende observatør, hvor jeg forholder mig passivt observerende af praksis. Som ikke-deltagende observatør fokuserer jeg primært på synlige fænomener. Jeg placerer mig et diskret sted i lokalet, hvor jeg kan sidde og skrive mine feltnoter. Fordelen ved denne tilgang er, at jeg ikke ændrer på den praksis jeg observerer, at jeg kan fokusere på observatørrollen og det giver mig et globalt fokus

(Brinkmann & Tanggaard, 2015). Ulempen er at eleverne kan være meget opmærksomme på at de bliver observeret, og Ingemann omtaler en overgangsfase, før man kan betragtes som en legitim person i feltet, hvor der må skabes tillid og accept hos deltagerne (Ingemann et al., 2018). Derudover kan det være let som observatør at fejlfortolke deltageres handlinger, da man primært kigger på de synlige fænomener, ikke selv oplever processen og ikke har et aktivt forhold til deltagerne (Ingemann et al., 2018).

På trods af min rolle som ikke-deltagerende observatør, undgår jeg dog ikke helt til tider, at indtage en mere deltagende rolle. Dette skriver Creswell (2011), kan både være en fristende og nogle gange ugennemttænkt handling, hvor man som observatør bliver engageret i deltagerne. Især i et klasserum kan dette opstå, ved at eleverne vælger at stille observatøren spørgsmål, hvis de anser denne som kompetent til at hjælpe, eller hvis observatøren ser det som nødvendigt at bryde ind overfor elevernes adfærd. Men det kan ses som en tilpasning til praksis, som nogle gange kan kræve en mere deltagende tilgang (Creswell, 2011). Ingemann skriver samtidig at:

Deltagelse næsten er en præmis, fordi vi jo stadig interesserer os for mening og betydning, og skal vi kunne forstå og fortolke på f.eks. den adfærd, vi observerer, giver det god mening, at vi ikke kun observerer, men at vi samtidig også interagerer og samtaler med de mennesker, vi studerer, for at leve os ind i, hvordan de tænker og handler. (Ingemann et al., 2018: 230)

Det er denne begrundelse, der ligger bag min egen skiftende observatørrolle. Under observationen valgte jeg nogle gange at gå hen til eleverne og stille dem et par spørgsmål om deres proces og produkt. Dette fandt jeg nødvendigt, da gruppernes egen indforståethed, gjorde at deres proces, ideer og valg ikke altid var så synlige. Derfor handlede spørgsmålene primært om, hvordan det gik samt hvad for et spil de havde tænkt sig at lave. Min interaktion med eleverne og lærerne kan dermed ses, som et forsøg på en bedre forståelse af det jeg ser, samtidig med indsigt i forhold, som har været svære at observere, f.eks. utalte aftaler eleverne i mellem eller en forklaring af de spil, som de designer.

Graden af struktur

Jeg har valgt en semistruktureret tilgang til observationen. Ifølge Ingemann kan en struktureret tilgang udformes ved f.eks. at have udvalgte elementer eller kategorier, man kigger efter i praksis og registrerer i et forhåndskonstrueret skema (Ingeman et al., 2018). Data får dermed en kvantitativ karakter. Ulempen ved dette er, at man risikerer at overse noget vigtigt, som ikke falder indenfor kategorierne. I den anden ende, er den ustrukturerede tilgang, hvor observatøren forholder sig åben og nysgerrig til praksis, og dermed kan opfange uventede hændelser. Ulempen her er at man nemt mister blikket for interessefeltet og risikerer tilfældig empiri. (Ingemann et al., 2018). En skabelon for min observation ses i fig. 7. Jeg placerer mig mellem disse yderpunkter, ved at jeg har gjort mig overvejelser på forhånd, og har nedskrevet nogle temaer, men tillader tilfældige hændelser.

Dato og lektion Klasse Underviser Antal elever/fraværende Artefakter/ ressourcer		
Fokusområder		
Faglighed - I samtale - I materialer	Faser - Tid - Præsentation - Lærer/ elevstyret - Udfordringer	Gruppearbejdet - Hvad bliver der sagt? - Hvad bliver der gjort? - Lærer/ elevkontakt
Registrering (2 min. interval)		

Fig. 7. Observationsskema med udvalgte temaer.

Til at understøtte observationen anvendes dels videoobservation, som redegøres for i næste afsnit, og dels feltnoter. Feltnoterne fokuserer på tegn på faglighed, hvordan faserne udfolder sig, de udvalgte gruppers arbejdsproces og lærernes interaktion med grupperne. Jeg fandt det nyttigt at anvende tidsbestemt registrering, hvor jeg nedskrev hvad der skete hos deltagere med ca. 2 minutters mellemrum, for at opfange så meget som muligt, og samtidig undgå at sidde og vurdere under observationen, hvorvidt en begivenhed var vigtig eller ej. Feltnoterne understøttes af videoobservation, som er den primære datakilde i observationerne. Noterne blev brugt til at identificere interessante begivenheder og eventuelle nuancer, som kameraet ikke opfatter, hvorimod kameraet optager begivenhedens detaljer, som ikke kan registreres via feltnoter.

3.3.2 Videoobservation

Videoobservation er særlig anvendeligt, når der kigges på mere end det sagte, og til at hjælpe med at fastholde flygtige øjeblikke. Det kan hjælpe forskeren med at få øje på handlinger, som undgik opmærksomhed i første omgang, eller til at beskrive den eksakte handling. Derved kan der fanges nuancer og detaljer, som almindelig observation ikke kan (Hansen & Carlsen, 2017). Dog fremhæves videoobservation også som at have nogle metodemæssige udfordringer.

En ofte fremhævet problematik omkring brugen af videooptagelser, er at det er svært at adskille kameraet fra det observerede. Deltagernes reaktion på kameraet kan påvirke forskerens fortolkning af situationen, eller deltagerne agerer anderledes end i en autentisk situation (Ingemann et al., 2018). Denne effekt, ofte refereret til som Hawthorne-effekten,

er dog blevet kritiseret, og flere studier har haft svært ved at finde en tydelig sammenhæng (Jones, 1992; Masling & Stern, 1969; Blease, 2006). I stedet argumenteres der for, at andre variabler knyttet til læreren eller eleverne, har større betydning end observatørens påvirkning, eller at observatørens effekt er for kompleks og påvirker forskellige dele af klasserummet på forskellige måder, til at man kan finde en tydelig sammenhæng (Masling & Stern, 1969).

En anden udfordring er den praktiske tilgang til selve optagelserne. Ifølge Heath, Hindmarsh & Luff (2010), opstår der yderligere en række valg, der skal tages i betragtning inden empirien skal indsamles. Dette indebærer blandt andet hvilken måde optagelserne skal foregå på? Hvor stilles kameraet? Hvad skal der fokuseret på? Skal optagelserne være statiske eller dynamiske?

I Hansen og Carlsen (2010) præsenteres, med inspiration fra Clarke (2015) en oversigt over forskellige tilgange til video som observationsværktøj i forhold til metode og formål fig. 8:

Forskningstype og -formål	Kvantitativ metode	Kvalitativ metode
Beskrive	Video som vindue Objektivt blik ind i undervisningen med henblik på at beskrive de kvantitative træk, der fokuseres på i undersøgelsen, fx hvor mange gange forekommer dette eller hint i undervisningen, som grundlag for sammenligning eller opstilling af hypoteser.	Video som linse Blik i og på undervisningen med henblik på at beskrive de kvalitative træk, der fokuseres på i undersøgelsen, fx hvem gør hvad hvordan i undervisningen.
Forklare	Video som forvrængende spejl Video bruges til at få så righoldige data som muligt med henblik på at efterprøve hypoteser og søge forklaringer og årsags-sammenhænge.	
Forstå		Video som linse eller som forvrængende spejl Videoen er en forlængelse og fastholdelse af forskerens blik, der zoomer ind og ud, vender, drejer og følger – med henblik på at forstå menneskelige udtryk og handlinger i konteksten.
Forandre	Video som katalysator Undersøgelse af bestemte undervisningsmæssige fænomener, hvor deltagerne gennem brugen af video stimuleres til at eksperimentere med bestemte variable i undervisning.	Video som katalysator Video anvendes til at etablere et refleksionsrum, hvor deltagerne kan få øje på – og dermed mulighed for at eksplicite perspektiver med henblik på at forandre praksis.

Fig. 8. Forskellige tilgange til videoobservation (Hansen & Carlsen, 2010)

Her placerer jeg mig i øverste højre hjørne under *kvalitativ metode* og med formålet at *beskrive*. Dette da kameraet primært bruges som understøttelse af observatørens hukommelse af situationen. Derfor laves optagelserne så neutrale som muligt. Jeg vælger at lade kameraet være stationært, mens det peger på enten den gruppe der observeres eller på læreren under lærerstyrede aktiviteter. Kameraet stilles stationært på et stativ, for at give et roligt billede. Der udvælges en central placering, hvorfra kameraet kan zoome ind på udvalgte grupper. Derved forstyrrer kameraet mindre. Dog betyder det en større risiko for at misse interessante situationer uden for kameraets synsvinkel, hvilket imødekommes via feltnoter.

3.3.3 Interview

I undersøgelsen bruges interviewet som triangulering af data fra observationen, og samtidig give indsigt i deltagernes livsverden og tanker om forløbet og udvalgte hændelser. Jeg har valgt at interviewe dels to elevgrupper og dels lærerne. Interviewene foregår efter forløbets afslutning og spørger ind til deltagernes erfaringer og refleksioner. Interviewenes formål er dermed at give nuance og en bedre forståelse af de observationer jeg gør mig, men samtidig vægtes deltagernes refleksioner omkring udbyttet, potentialer og udfordringer med forløbet også højt.

Interview kan ikke betragtes som en neutral teknik, men i stedet som en interaktion mellem interviewer og informant, og data er således kontekstafhængig og udtryk for den sociale forhandling, der finder sted (Brinkmann & Tanggaard, 2015). Interview giver indblik i informantens verden som oplevet af dem. I denne sammenhæng giver interviewene mig mulighed for at sammenholde mine antagelser og de observerede handlinger med deltagernes egen oplevelse af forløbet (Brinkmann & Tanggaard, 2015).

Ligesom med observationen er det vigtigt, at forskeren gør sig grundige overvejelser med formål og tilgang til interviewet, for at opnå den ønskede indsigt. Formålet har jeg allerede her redegjort for, men i forhold til tilgang kan der skelnes mellem hvem og hvor mange man interviewer og graden af strukturering (Ingemann et al., 2018).

Når man overvejer hvem man vil interviewe nævner Ingemann tre forskellige muligheder:

- *Enkeltinterview:*
Giver indblik i personens oplevelser og holdninger
- *Gruppeinterview:*
Giver indblik i indbyrdes relationer og dynamikker imellem gruppemedlemmer, men også fælles oplevelser
- *Fokusgruppeinterview:*
Minder om gruppeinterview, men typisk består af flere personer og har en mere løs struktur, som i højere grad har til formål at få information om gruppens holdninger og normer.

(Ingemann et al., 2018)

I forhold til graden af struktur, præsenteres det af Ingemann, som et spektrum mellem det fuldt strukturerede, hvor alle spørgsmål er forberedte og stilles i en bestemt rækkefølge, og det ustrukturerede, hvor intervieweren har forberedt en række temaer, men deltageren får lov at tale frit om dem (Ingemann et al., 2018). Fordelene og ulemperne er det samme som ved observation; en streng struktur sikrer at man får spurgt om det man vil, men er ikke lydhør overfor andre perspektiver og der er ikke mulighed for at stille opfølgende spørgsmål. En meget løs struktur er meget fleksibel, og giver plads til deltagerens interesser, men man risikerer at miste fokus fra undersøgelsens formål.

Interview af elevgruppe

Til at interviewe de to elevgrupper har jeg valgt en rimelig klassisk tilgang til interviewet, nemlig det semistrukturerede interview, hvor jeg som forsker på forhånd har forberedt en række spørgsmål, men samtidig tillader at samtalen udvikler sig. Dette giver mig en fordel, da eleverne ikke nødvendigvis er vant til at blive interviewet, og ikke har en stor fortrolighed med mig ud fra min ikke-deltagende observatørrolle. På den ene side behøver samtalen ikke følge en stringent struktur, hvis eleverne bliver distraheret eller drejer samtalen i en anden retning. Derudover giver det mig mulighed for at forfølge interessante dele af interviewene.

Interviewet kan karakteriseres som et enkeltinterview, men med flere deltagere, idet jeg søger indsigt i elevgruppernes oplevelser og holdninger til forløbet og deres egen arbejdsindsats, og altså ikke fokuserer så meget på dynamikken imellem gruppemedlemmerne. Dermed skal jeg være opmærksom på at interviewet kan blive skævvreden, så nogen får mere taletid end andre, og at der kan være indbyrdes forhold og historik imellem eleverne, som påvirker hvordan de svarer.

Forud for interviewet udarbejdede jeg, i overensstemmelse med Kvaless anbefalinger i forhold til kvalitative interview (Kvale, 1997), en interviewguide (se bilag 1). Interviewguiden blev udfærdiget på baggrund af observationerne og interessante aspekter herfra, men inden den endelige tematisering. Strukturen i interviewguiden følger en simpel form; *åben*, *fokus* og *perspektivering*. Hvor de første spørgsmål er genelle og meget åbne spørgsmål der varmer deltagerne op og skaber tryk. Herefter stilles fokusspørgsmålene, dem som knytter sig til specialets undersøgelsesspørgsmål eller interessante aspekter af observationen. Til sidst stilles der perspektiverende spørgsmål, hvor der kigges fremadrettet og hvor deltagerne har mulighed for at komme med eventuelle kommentarer.

Interview af lærere

Modsat eleverne vælger jeg en mere ustruktureret tilgang overfor lærerne. Dette gør jeg dels, fordi jeg igennem forløbet har snakket med lærerne i forberedelsen og pauser, og det derfor ville virke kunstigt at spørge ind til de samme ting igennem et interview, og dels foregår interviewet under teamets efterfølgende evaluering, som i højere grad er styret af lærerne selv. De har deres egen dagsorden og egne elementer, som de vil diskutere. Jeg er blevet inviteret ind til at være en del af denne samtale, med forventningen om at jeg har nogle spørgsmål jeg gerne vil stille, men at det er teamets egen dagsorden, der har prioritet. Det viser sig da også, at lærerne er hurtige til at give deres input, og udfolder selv

evalueringen, er undersøgende, kritiske, diskuterende osv. næsten inden jeg har stillet mit første spørgsmål. Derefter bliver det til en mere dynamisk samtale, hvor jeg af og til stiller opfølgende spørgsmål, men ikke selv kommenterer eller deltager i samtalen. Dermed kommer dette interview samtidig til at have mere karakter af et fokusgruppeinterview, hvor jeg får information om gruppens holdning til forløbet. Lærerne udtrykker undervejs individuelle holdninger, men diskuterer sig frem til enighed omkring erfaringer og fremadrettede handlinger.

3.3.4 Pilotundersøgelse

Forud for selve dataindsamling foretog jeg en pilotundersøgelse, som havde til formål at skabe tillid til deltagerne og udvælge de elevgrupper, jeg ville observere. Pilotundersøgelsen ligger forud for den egentlige observation, og data herfra er ikke en del af analysen.

I pilotundersøgelsen besøgte jeg skolen, mens der blev gennemført et introforløb, hvor eleverne skulle gennemgå designtænkningens faser i komprimeret form, dvs. at de brugte 4 lektioner på at undersøge og re-designe kryds og bolle, til et spil der indbefatter tre spillere i stedet for to. Til denne pilotundersøgelse fik jeg mulighed for at hilse på eleverne, og fortælle om min rolle, så de kunne være mere trygge ved mig. Derudover kunne jeg gå rundt og observere grupperne, som var de samme som til naturfagsforløbet, samt lave aftaler i forhold til filmning under selve hovedobservationerne.

Denne pilotundersøgelse havde en uformel og ustruktureret karakter, da formålet primært var at danne mig indtryk af klasserne og eleverne, samt eventuelle interessante arbejdstilgange.

3.4 Etiske overvejelser

I en kvalitativ undersøgelse med stor kontakt til feltet som dette casestudie, er det vigtigt at man som forsker gør sig overvejelser i forhold til de etiske aspekter, både i forhold til hvordan der skabes kontakt til feltet, hvilke informationer deltagerne skal have, samt hvordan data beskyttes (Ingemann et al. 2018).

Når der skal skabes kontakt til deltagerne, er der flere problemer man kan støde ind i. De kan ikke have lyst til at deltage eller der kan være ydre forhold som ikke gør det muligt at observere. Derudover omtaler Ingemann, det som kaldes for en *dørvogter*. Dørvogteren er ofte den eller de personer, man skal igennem for at få kontakt til feltet (Ingemann et al. 2018).

I denne sammenhæng fungerede dels Thorkild Hanghøj, der er leder af GBL21-projektet, som dørvogter, og dels de pågældende skoleledere på de deltagende skoler. Igennem Hanghøj kunne jeg få information om, hvilke skoler der deltog i projektet, og hvilke der kunne være interesseret i deltagelse i både observation og interview. På baggrund af denne viden skrev jeg til en række skoleledere, hvor jeg præsenterede mig og mit projekt, og for at spørge om lov til at foretage observationer og interview på deres skole. Derudover blev der afholdt et arbejds møde mellem GBL21 og skolerne forud for forløbet, som jeg fik lov at deltage i. Heri blev jeg præsenteret for lærerne og fik mulighed for at skabe kontakt

til eventuelle skoler. Efter denne proces fik jeg en aftale med en skole, hvor jeg havde både skolelederens og lærernes accept og interesse i at deltage.

Når det drejer sig om børn og unge, ville jeg derudover gerne have forældrenes samtykke til at videofilme og anvende optagelserne i forskningsmæssig sammenhæng. Forud for mine besøg sendte jeg derfor en samtykkeerklæring (udarbejdet i samarbejde med GBL21, se bilag 2), hvor jeg igen forklarede mit formål og hvad optagelserne skulle bruges til. Til sidst spurgte jeg eleverne selv, hvem der ønskede at deltage under pilotundersøgelsen. Her var der nogle grupper der gerne ville og andre ikke. Valget af deltagere til undersøgelsen er derfor også påvirket af elevernes egen interesse (se afsnit 5.2 for redegørelse for udvælgelseskriterierne).

For at beskytte deltageres data, er navne og skole anonymiseret, ligesom personlige detaljer er udeladt. Samtidig har jeg kun brugt den data jeg har fået samtykke til, altså videooptagelser, observationer i timerne og interview. Informationer eller samtaler fra pauser og uformelle sammenhænge er ikke medtaget. Elevernes ansigter i transskriberingen af videooptagelserne er så vidt muligt udeladt, men har på grund af kameraets position ikke kunne lade sig gøre hele tiden. Dette blev alle elever informeret om, og de fik mulighed for at komme med indvendinger, hvis de ikke ville optræde på optagelserne eller i baggrunden. Der var dog ingen der gav udtryk for det.

En anden etisk overvejelse, som forsker der foretager interview eller observationer, er hvor meget og hvilken information der skal gives til deltagerne, samt hvornår i forløbet det er hensigtsmæssigt at give den (Kvale, 1997). Det har aldrig været formålet at lave en skjult undersøgelse, eller holde information tilbage fra deltagerne, men der har dog været tidspunkter, hvor det ikke har været hensigtsmæssigt at fortælle om min undersøgelses fulde formål. Her hentyder jeg til min frygt for at deltagerne agerer mere fagligt, hvis de ved at jeg er særligt interesseret i det faglige arbejde (se evt. afsnit 3.3.2).

Jeg vælger derfor at holde mig til generelle toner overfor både lærerne og eleverne, når jeg præsenterer mig i starten af forløbet; blandt andet at jeg *'gerne vil se hvordan forløbet foregår i praksis'*, at jeg er interesseret i *'fordele og ulemper i forløbet'* og generelt *'hvad lærerne og eleverne synes om det'*. Først i de efterfølgende interview spørger jeg mere konkret ind til elevernes og lærernes oplevelser og holdninger til fagligheden, samt designtænkning og spildesign som undervisningsforløb.

Overordnet har jeg oplevet stor accept og åbenhed fra deltagerne hele vejen rundt, og især lærerne har været interesseret i at spørge ind til min undersøgelse og GBL21-projektet.

3.5 Metode til analyse og resultater

I dette afsnit præsenteres den valgte analysestrategi for empirien. Observationerne blev brugt til at finde umiddelbare mønstre og interessante nedslagspunkter. Disse dannede derefter baggrund for de efterfølgende interview med lærerne og grupperne, som dels blev brugt til triangulering, og dels til udfærdigelse af de udvalgte temaer, hvorefter observationerne analyseres ud fra dem. Igennem denne gensidige tilgang, forsøger jeg at åbne op for flere fortolkningsmuligheder af samme data.

3.5.1 Tematisk analyse

Analysen fokuserer på de kvalitative elementer, som gennem kodning af data fremhæver interessante temaer på baggrund af det empiriske datasæt, hvorefter temaerne analyseres ud fra den valgte teori. Temaerne er så vidt muligt ikke styret af mine forforståelser, men forsøger at vise et korrekt og konkret billede af de problematikker, der opstod og som var kendetegnene for forløb.

Braun og Clarke argumenterer for at den tematiske analyse er en tilgængelig og fleksibel analysestrategi (Braun & Clarke, 2008). Den kræver ikke en tydelig teoretisk tradition i sine temaer, og retter sig ikke mod opbyggelsen af en teori, men kan være mere åben og undersøgende og fokusere på forskelligartede aspekter som empirien præsenterer. Tilgangen fremhæver således både ligheder og forskelle, og kan give en dyb beskrivelse af empirien (Braun & Clarke, 2008).

Den tematiske analyse er en mere induktiv analysestrategi, hvor man bevæger sig fra noget specifikt til noget mere generelt (Braun & Clarke, 2008). Idet jeg har valgt en pragmatisk tilgang, kan den tematiske analyse ses som en strategi, til at bruge erfaring og viden fra den konkrete kontekst. Eftersom viden ifølge Dewey ikke er gyldig, hvis den ikke er afprøvet i praksis (Brinkmann, 2016), tager analysen udgangspunkt i deltageres erfaringer og synspunkter. Samtidig betyder en induktiv tilgang at analysen ikke er styret af begreber eller teorier, men at kodningen har haft fokus på at finde frem til temaer, ud fra det observerede og fra det deltagerne har fortalt. Dermed giver det et mere oprigtigt billede af hvilke temaer, der faktisk er til stede, frem for at tage afsæt i udvalgte teorier eller resultater fra andre lignende undersøgelser.

Tematisering foregik som en todelt proces, først en indledende tematisering på baggrund af observationerne og derefter den primære tematisering ud fra interviewdata.

Første del foregik ved at gennemgå feltnoter, med henblik på at identificere interessante passager i observationerne, ud fra en åben og intuitiv tilgang om at 'her sker der noget interessant'. Disse passager blev efterfølgende fundet i videomaterialet og transskriberet og kodet. Her valgte jeg at gennemlæse og gennemse videomaterialet og løbende nedskrive noter i teksten med de kodninger der faldt mig ind. Herefter begyndte arbejdet med at inddele koderne i indledende temaer.

Til denne del af processen fandt jeg det hjælpsomt at være mere analog, og benyttede mig af post-it notes til at identificere temaerne (se fig. 9). Det gjorde det muligt for mig hurtigt og visuelt at have overblik over mange koder, samt nemt at kunne rykke rundt på dem, og prøve forskellige grupperinger. Koderne skrev jeg ned på forskellige farvede post-it, der repræsenterede de to elevgrupper og lærerne. Dermed kunne jeg nemt se, hvor koden kom fra hvis jeg havde behov for at læse den konkrete kontekst igen, men også identificere, hvis analysen blev meget ensidig.

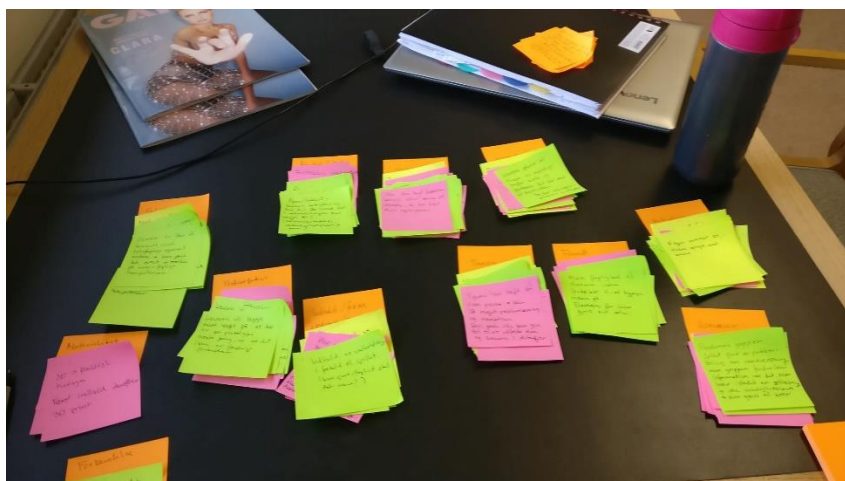


Fig. 9. Billede af tematiseringsprocessen for analysen.

I den anden del af tematiseringen, tog jeg udgangspunkt de indledende temaer, da jeg formulerede spørgsmålene til interviewene (se bilag 1). Herefter blev kodnings- og tematiseringsprocessen gentaget, og de endelige temaer blev udvalgt og navngivet. For at tydeliggøre overgangen mellem udviklingen af temaerne, har jeg lavet en oversigt, der viser de temaer jeg arbejdede med undervejs i processen. Fra de indledende temaer fra observationen, til kodningen af interviewene, til de endelige temaer som observationerne analyseres ud fra (fig. 10).

Indledende temaer	Resultat af anden kodningsproces	Endelige temaer til analyse
Modellering Struktur/ proces Dialog/ materiel Faglighed Motivation Gruppearbejde	Produktfokus Indhold/ form Åben/lukket Udbytte - læringen Kompetencer vs. Faglighed Strukturen/stilladseringen Motivation Indhold v. struktur Spildomæne og fagdomæne Faglige indspark Inspiration	Tema 1: Balancen mellem fagdomænerne Tema 2: Elevernes og lærernes prioriteringer mellem proces og produkt Tema 3: Lærernes og elevernes oplevelser af strukturen

Fig. 10. Oversigt over analysetemaernes udvikling

Som det ses, brugte jeg mine indledende temaer som udgangspunkt for en udvidende fase, hvor flere forskellige aspekter puttes på eller nye temaer opstår. Derefter foretager jeg nogle valg, hvor jeg sammenkobler de relevante temaer til et overtema. Disse valg baserer jeg dels på hyppigheden eller styrken af det pågældende tema i datasættet, og dels ud fra hvordan temaerne taler ind i min problemstilling. Derfor er f.eks. motivation og gruppearbejde valgt fra, da de begge kan udfoldes i hvert sit speciale, men ikke er fokuset for dette.

3.5.2 Resultater – udvikling af designprincipper

Formålet med undersøgelsen er at identificere en række designprincipper for lærerens arbejde med designtænkning i naturfagsundervisningen. Dette er en typisk tilgang at bruge for Design-based Research (DBR) (Christensen et al., 2012). Her vil præmissen typisk være at forskeren udvikler et design på baggrund af antagelser og teori, gennemfører en intervention, hvor designet testes i praksis, og derefter evaluerer interventionen. Dette med henblik på at udvikle eller identificere en række generelle designprincipper for enten designet eller for undervisningssituationen i læringsmæssige sammenhænge.

Når jeg vælger at definere designprincipper på baggrund af dette casestudie, er det ikke ud fra den samme præmis. Min rolle er ikke designeren, der laver en intervention. Til gengæld har GBL21 designet tankegangen og undervisningsforløbene omkring deres forskningsprojekt, som jeg går ind i på deres præmisser. Man kan sige, at jeg agerer som om jeg har designet et GBL21-forløb, og skabt den intervention jeg undersøger. Her er det vigtigt at understrege at dette ikke er min rolle, ligesom det heller ikke er min rolle at argumentere for GBL21-forløbene.

Jeg vælger at udarbejde designprincipperne på baggrund af en kontekst, som er DBR-drevet. GBL21 arbejder efter en DBR-tilgang og forløbene har selv en række designprincipper som de opererer ud fra (se afsnit 1.2). Derfor er det meningsfuldt at se resultaterne i lyset af GBL21's designprincipper og hensigter, hvor mine egne designprincipper er et forsøg på at udbygge eller modargumentere GBL21-principperne.

I min identifikation af designprincipperne benytter jeg mig af Baumgartner og Bells udlægning (Baumgartner & Bell, 2002). Designprincippets funktion er at hjælpe designeren med at komme på nye design, og ikke foreskrive en bestemt undervisningspraksis. Principperne må derfor have en indbygget åbenhed, der tillader underviseren at tilpasse den til sin egen praksis, men stadig være konkret nok til at kunne anvendes i den specifikke kontekst og inspirere underviseren. Baumgartner og Bell argumenterer for at designprincipper, er en måde at sikre varig implementering af nye tiltag i lærernes undervisningspraksis. Deres argumenter falder primært på, at designprincipper præsenterer en ramme og målsætning for lærerens planlægning af undervisningen, uden at diktere en lukket løsning. Dermed tager designprincipper højde for den foranderlige og komplekse natur forbundet med undervisningspraksis (Baumgartner & Bell, 2002).

Designprincipperne i dette speciale er underbygget af analysen, som undersøger designtænkning i praksis i naturfagsundervisningen med henblik på skabe bedre koblinger mellem den undersøgelsesbaserede undervisningsform, som designtænkning præsenterer, og den det faglige indhold i den almene naturfagsundervisning. Det er derfor i denne kontekst, og med dette formål, at designprincipperne skal forstås.

Under formuleringen designprincipper foreslår Baumgartner og Bell at kan man stille sig selv følgende spørgsmål:

- Hvem er modtageren af designprincippet?
- I hvilken kontekst skal designprincippet bruges?
- Hvilke karakteristika skal designprincippet have for at være brugbart for modtageren?

(Baumgartner & Bell, 2002)

For denne undersøgelse gælder det at designprincipperne er henvendt til naturfagsunderviseren, som er interesseret i at arbejde med designtænkning og spildesign i sin undervisning. Dermed forudsætter det et vist kendskab til designtænkning og faserne (se afsnit 1.3) Designprincipperne kan benyttes i forbindelse med lærerens planlægning af naturfagsundervisningen, med henblik på at designtænkning kan indgå som led i den almene lærerplan for naturfagsundervisningen. Derudover er principperne formet med det formål at understøtte det faglige arbejde i forløbet, men ikke tager hensyn til andre elementer hos eleverne, f.eks. designkompetencer eller samarbejdskompetencer. Det kan dog ikke udelukkes at de formulerede principper kan benyttes i en sådan kontekst, men det ligger udenfor dette speciales genstandsfelt.

4 Teori

I dette afsnit præsenteres specialets teoretiske ståsted, som danner baggrund for forståelse og analyse af empirien. Her finder jeg det relevant at redegøre for læringssynet i undersøgelsesbaserede arbejdsformer, hvad det vil sige at tænke og arbejde som en designer, og hvad der forstås ved spil i undervisningsmæssig sammenhæng. Derudover har jeg valgt at inddrage en domæneteori, som beskriver de forskellige faglige domæner, som eleverne kan befinde sig i, som analytisk *framework* for undersøgelsen.

4.1 Læring i designbaserede forløb

Som læringsmæssigperspektiv tages der udgangspunkt i den undersøgelsesbaserede undervisningsform og Deweys pragmatisk undervisningstilgang. Deweys erfaringspædagogik er vidt udbredt, og har været med til at forme den måde undervisning forstås på i uddannelsessystemet, og er derfor stadig relevant for moderne undervisningsmetode (Brinkmann, 2016). Det kan ifølge Thomas Popkewitz være svært at se Deweys tanker, som adskilt fra moderne diskursive praksisser, da de er udviklet under indflydelse af bl.a. Dewey (Popkewitz, 1998). Derfor være svært at undsige sig hans læringsmæssige perspektiver, men i dette speciale er der især stor sammenhæng mellem hans undersøgelsesbaserede arbejdsformer og designdrevne undervisningsforløb.

Ifølge Dewey er læring ikke noget der foregår som en ren tankeproces eller en påfyldning af viden udefra, men gennem elevens aktive deltagelse i praksis (Brinkmann, 2016). Vi kan ikke tænke os til læring, men må lære gennem handling og aktivitet, fordi verden er foranderlig og praktisk. Den lærende bliver deltager *"i den fælles aktivitet, så han oplever dens succeser som sine egne succeser, dens fiaskoer som sine egne fiaskoer"* (Brinkmann, 2016: 199). Erfaringer bliver hermed indspark eller feedback til en omstrukturering, der føjer ny mening til praksis, dermed bliver praksis og teori en dobbelttrettet proces. Sammenfattende kan man sige at læring foregår gennem deltagelse i sociale praksisser, som er virkelighedsnære og vedkommende for deltageren.

Det er en misforståelse at virkelighedsnært, betyder nært for deltagerens hverdag. Deltageren skal kunne relatere sig til indholdet og aktiviteterne, og være optaget af problemstillingen, men Dewey mener at aktiviteterne også kan ses som gavnlige og nødvendige for menneskeheden, og dermed ikke kun for eleven selv (Brinkmann, 2016).

Når man underviser ud fra Deweys pædagogik, er et vigtigt princip, at muligheden for læring består i den måde vi strukturerer miljøet omkring den lærende, og aldrig som en direkte handling (Brinkmann, 2016). Eleven må selv gøre sig sine egne erfaringer. Metode hænger sammen med indhold, og læring tager altid udgangspunkt i konkrete situationer, hvor den lærende er aktiv i udformningen af målet for undervisningen (Brinkmann, 2016). Dette er en tilgang, som især den undersøgelsesbaserede arbejdsform er bygget på, som centrerer sig omkring elevernes selvstændige undersøgelsesproces. Dewey er dog modstander af, bare at lade barnet gøre som det vil og udelukkende styre sin egen læringsproces (Brinkmann, 2016). Det er underviserens opgave at forme miljøet omkring

eleven. En af metoderne kan være at sørge for udfordringer eller forhindringer for eleven, da forhindringer ifølge Dewey er nødvendige for at få os til at stoppe op og kritisk reflektere over praksis og teori (Brinkmann, 2016).

Når eleverne arbejder med at designe et spil og dermed være skabende i deres læringsproces, kan det ses som en måde for eleverne at deltage i en social praksis på en meningsfyldt måde. Når der tillægges værdi i at arbejde med et produkt, er det altså fordi, at det at læse om ting ikke er nok i sig selv, men at man må anvende den viden, der skal læres. Designprocessen kan dermed sammenlignes med den undersøgelsesbaserede arbejdsform.

4.2 Designerly ways of knowing

Schön's teori om den *reflekterende praktiker* bruges i specialet til at belyse elevernes designhandlinger, og hvordan de bruger deres spil som et undersøgelsesredskab til at udbygge deres faglighed.

Schön er inspireret af Deweys tanker i sin udlægning af den reflekterede praktiker og teorier om designprocesser (Schön, 2006). Indenfor designmæssige erkendelsesprocesser taler Schön's om begreber som viden-i-handling og refleksion-i-handling til at udfolde den mere utalte og intuitive læring der indgår i en praksisorienteret tilgang til læring (Schön, 2006). Donald Schön argumenter for at den reflekterende praktiker opnår sin viden gennem erfaring og udførelse af en undersøgende praksistilgang. Denne viden kan ikke opnås gennem lærebøger, men opstår og bevisliggøres af praktikerens refleksion over egen praksis (Schön, 2006). Schön's syn på viden og legitimering af praktisk viden understøtter anvendelsen af designpraksisser i undervisningen. Han var med til at beskrive, hvad der adskiller særligt kreative mennesker fra resten, og hvordan de benytter en særlig tænkemåde til at få ideer. Schön mener at en designproces foregår som en dialog mellem materialet og den designudfordring, som individet er stillet overfor. Dermed ændrer individet løbende opfattelsen af problemstillingen i takt med at de udvikler på et designobjekt (Schön, 1983). I en god designpraksis foregår denne dialog på et refleksivt niveau (Schön, 2006).

Refleksion-i-handling og refleksion-over-handling

Schön er meget kendt for netop disse to begreber, som beskriver den form for viden, som den professionelle besidder i praksis.

Når vi tilgår problemløsning i professionelle praksisser, benytter vi os ofte af spontane og uformelle handlinger, som udspringer af en form for indre viden. Det kan også sammenlignes med individets erfaring indenfor et bestemt felt, men Schön pointerer at denne viden kan komme fra mange steder, og ofte kan være svært at sætte ord på (Schön, 1983). Nogle gange er disse handlinger eller strategier ubevidste, men andre gange, tænker vi over det vi gør, mens vi gør det. Schön mener at dette typisk sker, når der opstår en overraskelse eller disharmoni, mellem det vi forestiller os og det der faktisk sker (Schön,

2006). Refleksion-i-handling er altså en konstant tilpasning af vores tanker og analysestrategier i forhold til det problem vi står overfor.

En interessant pointe, er at refleksion-i-handling ofte bliver en refleksion over det materielle foran en, og den dialog vi har med materialet (Schön, 2006). Den efterfølgende undersøgelse eller handling, ser Schön som en konsekvens affødt af processen. (Schön, 2006). Det refererer til hvordan materialet eller problemet taler til os, samt vores konstant ændrende forståelse af problemet.

Hvor refleksion-i-handling foregår spontant, er refleksion-over-handling den bevidste og overvejede refleksion vi gør os, efter en handling er færdiggjort. Det er en måde at rekonstruere den oplevelse af handlingen som vi havde, omstrukturere den og søge ny forståelse af den. Dette mener Schön, er en måde for praktikerne at forstå egne handlinger, skabe nye strategier og forbedre sin praksis (Schön, 1983). Refleksion-over-handling er en måde at blive bevidst om sine egne tankemønstre, når vi tilgår nye problemer, men også tanker om hvordan vi selv tænker, kaldet metakognition, med henblik på at tilpasse dem og forbedre dem.

Divergerende og konvergerende tænkning

Schön bruger begreberne divergent og konvergent tænkning til at beskrive en af designerens måde at tænke eller arbejde på. Begreberne blev første gang defineret af Joy Poul Guilford (Razumnikova, 2013), og er sidenhen blev brugt i vid udstrækning indenfor designforskning og den professionelle praksis (Riding & Cheema, 1991).

Divergerende tænkning refererer til den åbne og undersøgende tilgang til problemløsningen, hvor designeren undersøger forskellige vinkler af sin problemstilling og overvejer forskellige løsninger. Her forsøger designeren ikke at lægge sig fast på en bestemt løsning, men i stedet fokusere på omfanget af ideer, for dermed afdække alle løsningsmulighederne og ikke kun de mest oplagte. Det er en måde for designeren at komme ud over sine egne selvfølgeligheder og faste mønstre, og der findes mange metoder til at åbne iderigdommen.

Modsat den divergerende tænkning, er den konvergerende, som svarer til den målsøgende og resultatorienterede. Denne forekommer typisk efter en divergerende fase. Når designeren anvender konvergerende tænkning, begynder denne at træffe nogle valg, skære fra og vurdere de forskellige løsningsmuligheder. Her tages udbyttet af den divergerende fase og sammenholdes med den originale problemstilling, med henblik på at finde den bedste løsning.

Schön pointer dog at begge tilgange har sine kvaliteter, og er en del af designerens arbejdsmetoder. Begge metoder er vigtige for en grundig undersøgelse, forståelse og løsning af en problemstilling (Schön, 2006). Schön mente selv at designprocessen er cyklist frem for lineær, og at designere balancerer divergerende og konvergerende tængegange i en konstant reflekterende proces (Schön, 1983)

Naming og framing

Naming og *framing* er en del af individets rammesætning, når der arbejdes med problemløsning (Schön, 1983). Schön pointerer at problemer typisk ikke præsenterer sig selv, som klart afgrænsede og definerede problemer, men i stedet er noget der vokser ud af vores forståelse af en problematisk kontekst (Schön, 2006). Når vi undersøger en problemstilling, foretager vi nogle valg baseret på vores forståelse af konteksten, hvorefter vi definerer problemet, vi gerne vil undersøge. Denne definition styrer både *hvad* vi vælger at undersøge, samt *hvordan* vi går til det. En anden havde måske valgt en anden tilgang.

Naming er således det problem vi selv konstruerer, og er i lige så høj grad et udtryk for vores egen forståelse, som for problemet i sig selv. Når et problem er blevet defineret, afgrænser det samtidig vores forståelse og løsning af problemet. Vi vælger således hvad der er vigtigt, og overser muligvis andre elementer. Den kontekst som vi forstår problemløsningen i kaldes for *framing*, dvs. at associationer og forståelse af feltet er med til at styre og indramme processen.

Når forskellige individer eller grupper arbejder sammen, kan de have forskellige forståelser af problemet eller hvordan det skal løses. Dette kan på den ene side resultere i spændinger eller uoverensstemmelser, hvor parterne snakker forskelligt sprog eller har forskellige forventninger til processen, hvilket kan medføre konflikter eller tilbagefald i processen. På den anden side kan disse spændinger også medføre interessante og divergerende diskussioner, hvor der opstår nye løsningsmuligheder eller nye indsigter i emnet.

Model af designprocessen

I sin artikel "*Cycles and Diamonds: How Management Consultants Diverge and Converge in Organization Design Processes*" (2009), præsenterer Visscher og Fisscher en model for designprocessen, som bygger på Schön teorier.

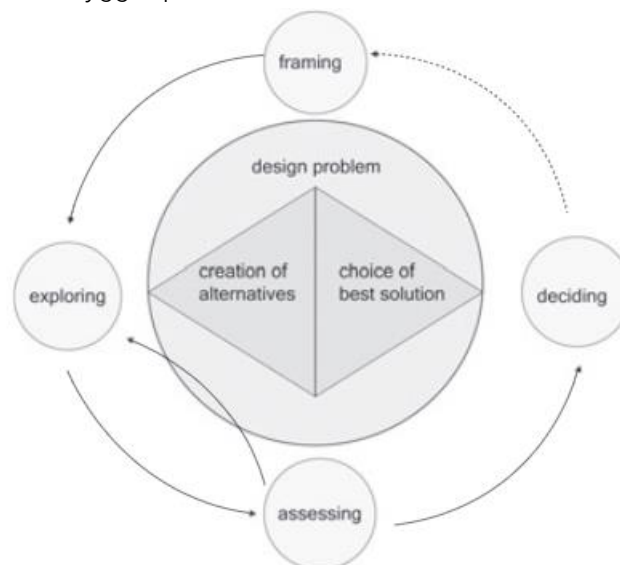


Fig. 11. Model af designprocessen (Visscher & Fisscher, 2009: 123)

Som centralt element i modellen er den divergerende og konvergerende tænkning, som designeren veksler imellem. Rundt om illustreres den cycliske tilgang som Schön præsenterer, mellem *framing* (og *naming*) *exploring*, *assessing* og *deciding*. *Exploring* og *assessing* beskriver designerens undersøgelsesproces af egen hypotese og foregår som en iterativ proces, som fører til en beslutning (Visscher & Fisscher, 2009), hvilket illustreres med de to pile mellem *exploring* og *assessing*. Den stiplede linje illustrerer den muligvis *re-framing* (og *naming*), hvis processen har ført til problemer eller medført en ny forståelse af designproblemet. Alt dette foregår som en del af en reflekteret proces enten *i-handling* eller *over-handling*.

4.3 Spil og læring

I dette afsnit præsenteres kort spilteori herunder, hvad der forstås ved spil og en model for spil, samt forskellige spiltyper. Dette er for at give et teoretisk *framework*, som elevernes spilprodukter kan sættes i relation til. Det er således ikke spilmodeller, som eleverne skal leve om til, men en tilgang til at forstå elevernes spil.

4.3.1 Model for spil

Der findes mange forskellige udlæg for en formel definition af spil, som forsøger så nøjagtigt som muligt at indramme spils karakteristik (Egenfeldt-Nielsen, 2016). De forskellige definitioner har hver deres styrke og svagheder, men generelt kan det siges, at det er svært at komme med en præcis definition, der kan bruges til at kategorisere, hvad der er spil og hvad der ikke er spil. Dette skyldes til dels at diskussionen om hvorvidt noget er et spil, afhænger af individets egen attitude overfor en given aktivitet (Juul, 2003). Noget kan altså være et spil, fordi vi opfatter det sådan. En anden problematik er samtidig, at spil er så diverse at de enten ikke falder ind i faste kategorier eller er en kombination af flere (Egenfeldt-Nielsen, 2016).

Derfor vælger jeg at bruge en pragmatisk definition af spil. Det er således ikke en definition, der forsøger at indramme *alle* spil, men i stedet et designredskab til at modellere og beskrive spil.

Jeg har her valgt at tage udgangspunkt i Deterding's definition af spil, som består af en række *Skill Atoms* (Deterding, 2015). *Skill Atoms* beskriver kort fortalt de grundlæggende bestanddele i et spil. I modellen (se fig. 12) ses hvordan et spil kan forstås som et sammenspil mellem brugeren og systemet.

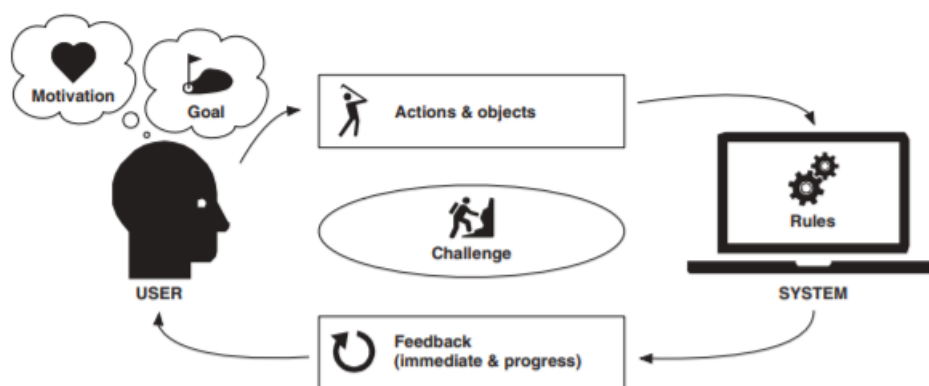


Fig. 12. Specialets definition af spil (Deterding, 2015: 314)

Systemet skal forstås som selve spillet og dets opbygning af regler og handlemuligheder (*Rules*). I denne model er det interessant at det er brugeren der stiller målet (*Goal*). Deterding forklarer dette med at systemet foreslår mål, men de skal optages af brugeren, der i sidste ende vælger om de vil forfølge disse mål, eller opstille nye mål selv (Deterding, 2015). Dette foregår som et sammenspil med brugerens motivation (*Motivation*) for at indgå i spillet. Systemet og brugeren interagerer således igennem en række udfordringer mod målet (*Challenges*), som brugeren igennem handlinger i spillet og på objekter i spillet (*Actions & objects*) forsøger at overkomme. Systemet giver brugeren tilbagemeldinger (*Feedback*) på disse handlinger i overensstemmelse med reglerne for spillet.

4.3.2 Eksogene og endogene spil

Deterding 's spilmodel bruges til at definere selve bestanddelene af et spil, men ikke typen af spillet. I forhold til spil i læringsmæssige sammenhænge er Squire 's definition særlig anvendelig (Squire, 2006). Han adskiller spil i henholdsvis *eksogene* og *endogene* spil og vurderer dem i forhold til deres didaktiske potentiale indenfor spilbaseret læring. Eksogene spil er spil, hvor indhold og form er adskilte elementer. Det der skal læres, hænger ikke sammen med spillets mål, men er en ekstern handling for at få lov at fortsætte med spillet. Dette kan f.eks. være træningsspil, hvor spilleren får point efter antal korrekte udførte opgaver, eller hvor spilleren ikke kan komme videre, før en opgave er løst. I endogene spil er kontekst og gameplay stærkt forbundet, hvor spillets udfordringer indgår i. I følgende tabel (fig. 13), ses en oversigt over kendetegn for eksogene og endogene spil.

Table 1
Contrasting Game Types

Aspects	Exogenous Games ^a	Endogenous Games ^b
Learner is . . .	An empty receptacle. An example is <i>Math Blaster</i> , where the learner is "motivated" to learn a prescribed set of skills and facts.	An active, sense-making, social organism. An example is <i>Grand Theft Auto</i> , where the learner brings existing identities and experiences that color interpretations of the game experience.
Knowledge is . . .	Knowledge of discrete facts. The facts are "true" by authority (generally the authority of the game designer).	Tool set used to solve problems. The right answer in <i>Civilization</i> is that which is efficacious for solving problems in the game world.
Learning is . . .	Memorizing. Learners reproduce a set of prescribed facts, such as mathematics tables.	Doing, experimenting, discovering for the purposes of action in the world. Players learn in role-playing games for the purposes of acting within an identity.
Instruction is . . .	Transmission. The goal of a drill and practice game is to transmit information effectively and to "train" a set of desired responses.	Making meaning/construction, discovery, social negotiation process. Instruction in <i>Supercharged!</i> involves creating a set of well-designed experiences that elicit identities and encourage learners to confront existing beliefs, perform skills in context, and reflect on their understandings.
Social model is . . .	"Claustrophobic." Players are expected to solve problems alone; using outside resources is generally "cheating."	Fundamentally group oriented. Games are designed to be played collectively, in affinity groups, and distributed across multiple media. They are designed with complexity to spawn affinity groups and communities that support game play.
Pre-knowledge is . . .	Set of facts, knowledge, and skills to be assessed for proper pacing. In <i>Math Blaster</i> , players' self-efficacy in mathematics is not addressed.	Knowledge to be leveraged, played upon. Pre-knowledge is expected to color perception, ideas, and strategies. In <i>Environmental Detectives</i> , challenges are structured so that players become increasingly competent and learn to see the value of mathematics.
Identity is . . .	Something to be cajoled. If players are not "motivated" to do math, the game developer's job is to create an "exciting" context for the learner.	Something to be recruited, managed, built over time. In <i>Environmental Detectives</i> , learners develop identities as scientists.
Context is . . .	A motivational wrapper. The context in <i>Math Blaster</i> is something to make learning more palatable.	The "content" of the experience. In <i>Civilization</i> , the geographical-materialist game model is the argument that situates activity and drives learning.

Fig. 13. Tabel over forskelle mellem eksogene og endogene spil (Squire, 2003:24)

Ud fra Squire's definition er der således mange kendetegn for hhv. eksogene og endogene spil. Den vigtigste forskel mellem de to spil typer er dog forholdet mellem form og indhold. I eksogene spil er de adskilte elementer, og læringen foregår ved siden af spillet. I endogene spil hænger form og indhold sammen, som skaber mulighed for situeret læring igennem spiloplevelse.

Denne model gælder primært for læringen hos selve spilleren. Den bruges dog i specialet som hjælp til at kategorisere elevernes spilprodukter, men samtidig er det interessant at undersøge en eventuel sammenhæng mellem typen af spilelementer og elevernes faglighed, når de agerer som spildesignere.

4.4 Domæneteori

Til sidst præsenteres domæneteori, som kan beskrive de forskellige faglige domæner som eleverne kan bevæge sig i. Dette bruger jeg som inspiration til at udvikle min egen domænemodel for den konkrete case.

4.4.1 Domæner i spilbaserede undervisningsforløb

Ifølge Hanghøj beskriver et domæne ligheder mellem forskellige videnspraksisser eller traditioner. Et domæne indbefatter således både et fælles syn på verden, værdisæt, arbejds måder, sprog og materialer, som associeres med det pågældende videnspraksis (Hanghøj, 2012). Det betyder f.eks. at det at være 'designer' er en del af en social diskurs, som indbefatter nogle bestemte associationer og fællesbegreber, vi har om det designmæssige videnspraksis. Det kan være designeres måde at arbejde med prototyper, kreativitet og innovation, eller designerens forståelse af brugerens behov og gentagne iterationer inden et endeligt produkt.

Hanghøjs domæne-teori er udviklet i forbindelse med spilbaseret undervisning, som han definerer som "scenariebaserede mulighedsrum, hvor selve spilaktiviteten består i at udforske spils scenariets valgmuligheder i forhold til deres konsekvenser" (Hanghøj, 2012: 4). Dermed ses spil, som en del af scenariedidaktikken, hvor en simuleret fortælling giver mulighed for eleverne at udfolde og undersøge en meningsfuld praksis (Bundsgaard, Misfeldt & Hetmar, 2012).

Hanghøj har igennem sin forskning (Hanghøj, 2011; Hanghøj, 2012) fundet frem til fire domæner, som er kendetegnene for spilbaseret undervisningspraksis:

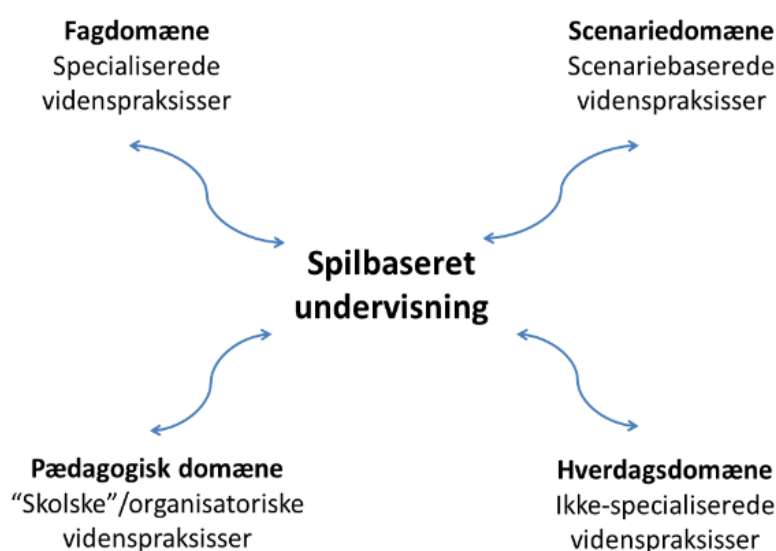


Fig. 14. Hanghøjs domænemodel (Hanghøj, 2012)

- *Pædagogisk domæne:*
Omhandler de pædagogiske praksisser, som relaterer sig til skolelivet
- *Fagdomæne:*
Omhandler specialiserede videnspraksisser relateret til diverse fag i skolen
- *Scenarie domæne:*
Omhandler en form for fiktiv eller simuleret mulighedsrum som opstår ved brug af spil i undervisningen.
- *Hverdagsdomæne:*
Omhandler de uformelle aktiviteter og viden, som opstår i hjemmet, vennekredsen, til fritidsaktiviteter mm.

En af Hanghøjs pointer med sin domænemodel er, at undervisningen altid må ses som et samspil mellem domænerne, og at grænserne mellem domænerne i praksis ofte er uskarpe og sammenfiltrede, da aktørerne (lærer og elever) inddrager viden fra de forskellige domæner (Hanghøj, 2011). I naturfagene er det f.eks. alment kendt, at eleverne kommer med en hverdagsforståelse af deres egne erfaringer med fysikkens love, og medtages disse ikke aktivt i undervisningen, kan der opstå parallelindlæring (Paludan, 2000). Domænemodellen er derfor med til at illustrere, hvordan ny viden opstår som en forhandling i mellemrummene.

En anden pointe er, at der indenfor det pædagogiske domæne ofte er et asymmetrisk forhold mellem underviser og elev, modsat det mere uformelle hverdagsdomæne (Hanghøj, 2011). Når begge disse domæner er i spil i undervisningen, kan det derfor medføre spændinger f.eks. mellem lærer og elev, som resultat af at der ikke oversættes mellem domænerne i tilstrækkelig grad, og ikke forhandles hvilket domæne der tages udgangspunkt i.

4.4.2 Faglige domæner i casen

Med inspiration fra Hanghøjs domæne-teori, har jeg valgt at definere tre domæner, som jeg mener er relevante for dette speciale:

- Designdomænet
- Spildomænet
- Naturfagsdomænet

De tre domæner kan alle ses som underkategorier af Hanghøjs fagdomæne og repræsenterer forskellige typer af faglighed, som kan komme i spil i elevernes designprocesser.

Designomænet indbefatter elevernes designmæssige arbejdsmetoder, deres ageren som designer, kreative og innovative kompetencer og deres viden om designmetoder, baseret på Deweys undersøgelsesbaserede arbejdsform (Brinkmann, 2016) og Schön's beskrivelse af designeren arbejdsgang og refleksioner (Schön, 1983; Schön 2006).

Spildomænet indbefatter elevernes og lærernes spilkendskab, erfaring og handlinger relateret til valg af spil, analoge såvel som digitale, ud fra Deterding 's definition af spilelementer (Deterding, 2015) samt Squire 's definition af endogene og eksogene spiltyper (Squire, 2003).

Fagdomænet repræsenterer den viden, kompetencer og arbejdstilgange, der er kendetegnende for naturfagsundervisningen med udgangspunkt i de naturfaglige kompetencer og de faglige prøvekrav (Faghæfte. Fysik/kemi, 2019).

Disse domæner er, ligesom Hanghøj pointerer, ikke skarpt opdelte, da der ofte vil forekomme gråzoner mellem domænerne. Modellen kan dog stadig bruges til at definere hvilke domæner eleverne befinder sig i under forløbet, samt hvilke handlinger, betingelser

og forudsætninger, der resulterer heri. I modellen har jeg valgt at repræsentere domænerne med et vist overlap, for at illustrere disse gråzoner.

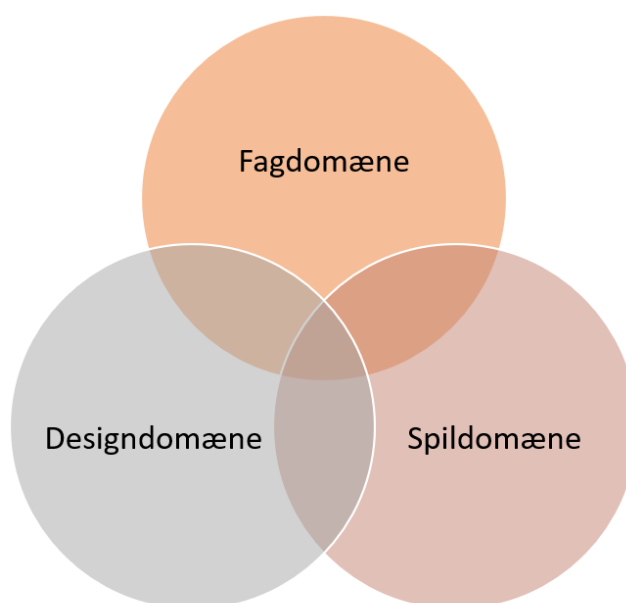


Fig. 15. Egen model af domænerne i casen

Det er dog ikke kun interessant at undersøge elevernes domænepositioner. Som det vil fremgå af analysen, er der særlige interessante pointer når eleverne bevæger sig *mellem* domænerne. Min tese er, at når eleverne skifter fra et domæne til et andet, bruger de i høj grad kompetencer, der relaterer sig til modelleringskompetencer. Analysen vil undersøge sådanne eksempler med henblik på at sandsynliggøre denne tese.

5 Præsentation af casen og deltagerne

I dette afsnit præsenteres den konkrete case samt deltagerne og kriterierne for udvælgelse af deltagerne, for at give en større transparens af undersøgelsen.

5.1 Casen – vandets kredsløb

Den udvalgte case til undersøgelsen omhandler vandets kredsløb, og foregår i 7. klasse. Designudfordringen for eleverne er at:

... designe et brætspil med regler, spilmekanikker, der er beskrevet, som fx hvordan man vinder mm, og I skal lave en spilleplade. Spillet skal være en del af en informationskampagne om rent drikkevand lokalt og globalt, dvs. spillet skal præsenteres for og afprøves af andre, det kan være klassekammerater, andre elever på skolen og/eller forældre. Spillet skal naturligvis handle om at vide noget om vandets kredsløb, men dem der spiller, skal også være aktive og gøre noget.
(minuddannelse, 2020. Scenarie og udfordring)

Eleverne skal altså designe et brætspil, som skal informere en modtagergruppe, her en yngre klasse, om vandets kredsløb, hvor spilleren skal vide noget, men også være aktive i spillet og gøre noget.

GBL21 har lavet en forløbsbeskrivelse, som gennemgår faserne og forslag til indhold i hver enkelt af dem. Det er dog op til lærerne om de vil følge den, eller tilpasse den til deres konkrete praksis, og beskrivelsen fra GBL21 kan også siges at være et meget åbent oplæg. Lærerne i casen vælger at sætte alle timer i naturfagene i 2 uger til at gennemføre forløbet. De har lavet en grov skitse, som inddeler de forskellige timer i faser, og hvad formålet med hver enkelt time er.

Det er min opfattelse, at de lægger sig op ad GBL21's beskrivelse af faserne, og med stor vægt på elevernes selvstændige arbejdsprocesser.

5.2 Udvalgelse af deltagere og kriterier

Her redegør jeg her for deltagerne som er udvalgt til casestudiet, samt kriterierne for denne udvælgelse. Som tidligere nævnt er udvælgelsen påvirket af såkaldte *dørvogtere*, der kan give mig adgang til praksis, skolernes og lærernes interesse i at deltage, samt elevernes og forældrenes samtykke. Derudover præsenteres elevernes færdige spil.

Deltagerne består af 3 lærere (Lærer A, lærer L og lærer K) og to elevgrupper fra den samme skole. Skolen er udvalgt på baggrund af lærernes interesse på et fælles arbejdsmøde mellem GBL21-projektets udviklere og de involverede skoler i region Sjælland. På baggrund af praktiske og geografiske kriterier, samt rådføring med Thorkild Hanghøj, havde jeg på forhånd skrevet ud til mulige skoler, som kunne være interesseret i at deltage. På selve mødet var det den udvalgte skole, der viste størst interesse.

Elevgrupperne er fra hver sin klasse, for dermed at få en diversitet i undersøgelsen, samt det praktiske hensyn i forhold til observationen. Da jeg igennem observationerne har fokuseret på at følge en gruppe, så meget som muligt igennem forløbet, var det ikke muligt at filme og observere to grupper i den samme klasse på en gang. Heldigvis lå timerne forskudt i de to klasser, hvilket muliggjorde at jeg kunne følge to grupper. Dog kan det siges stadig er være et meget snævert udvalg af deltagere, da de to klasser repræsenterer den samme skole og den samme årgang, samt at de er blevet undervist af de samme lærere. Dog viser de to grupper alligevel nogle interessant perspektiver, idet de har haft meget forskellige tilgange til deres designproces, samt har lavet meget forskellige produkter.

De to grupper blev udvalgt på følgende kriterier:

- De kom fra hver deres klasse, så det var praktisk muligt for mig at følge dem.
- Alle i grupperne havde det fint med at blive filmet, hvilket var vigtigt for mig både rent etisk, men også i forhold til at de formentlig ville optræde mere naturligt overfor kameraet, hvis det ikke var noget der generede dem.
- Begge grupper havde en energi og interesse i at re-designe deres spil, ud fra at de var meget aktive i pilotundersøgelsen og havde flere ideer undervejs, inden de valgte et endeligt spil. Dette var noget jeg håbede på ville gå igen i hovedundersøgelsen, da en mere divergerende designproces er interessant i forhold til muligheder for at skabe koblinger mellem fagdomænerne (se fig. 15). Til sidst virkede begge grupper ret reflekterede over deres designproces og deres valg undervejs, hvilket er relateret sig til Schön's teori om den reflekterende praktiker (Schön, 2006).

5.2.1 Lærerne

Modsat nogle af de andre skoler, var disse lærere ikke så langt i deres konkrete planlægning endnu. Det skyldtes delvist en forestående lejrskole, som skulle afvikles inden forløbets start. Dette udgangspunkt gjorde det muligt at følge forløbet fra start af, samt nogle af de tanker der indgik i planlægningen. Dette indgår dog ikke som en del af datamaterialet, men i stedet som en del af pilotundersøgelsen.

Lærerne underviser alle tre i naturfag, og har i gennemsnit 5-7 års erfaring. Lærer L har lige overtaget klasserne, men både lærer A og Lærer K, havde også klasserne sidste år. Ingen af lærerne har arbejdet med designtænkning før, men har arbejdet med innovationstankegangen før, hvor de har gennemført forløb i samarbejde med kommunens makerspace⁴, hvor eleverne har skulle arbejde praktisk med designopgaver. Lærerne virker positive overfor at skulle prøve GBL21-forløbene af, og udtrykker en forventning om veltilrettelagte forløb, som kan indgå som en del af deres årsplan.

⁴ Kreative værksteder der kombinerer computere, teknologi og videnskab, og som stiller materialer og maskiner til rådighed.

5.2.2 Gruppe 1

Den første gruppe er en pigegruppe bestående af fire piger. Pigerne har selv valgt deres gruppe, og virker som gode veninder.

De har valgt at lave et spil der tager udgangspunkt i en model af vandets kredsløb (se fig. 16).



Fig. 16. Billede af gruppe 1's færdige spilplade

Spillepladen ligner en simpel model af vandets kredsløb og består af hav, skyer, bjerg, rensningsanlæg og en å (den grå sti), som går rundt i et kredsløb. I spillet starter man som vanddråber i havet, og bevæger sig rundt i kredsløbet ved at slå med en terning. Det handler om at komme hele vejen rundt og tilbage i havet igen. For at komme fra havet og op i skyerne, og fra skyerne ned på bjerget, skal man slå en 'sol' med terningen, repræsenteret ved en seks 'er. Undervejs kan man ramme en olieplet, hvilket betyder at man skal tage en omvej forbi rensningsanlægget. Man kan også ramme et spørgsmålstegn, hvorved man får et spørgeskort. Svarer man forkert rykker man et antal felter tilbage og svarer man rigtigt må man slå igen.

5.2.3 Gruppe 2

Den anden gruppe består af tre drenge. Ligesom hos gruppe 1, har de selv valgt denne gruppe og virker som gode venner. Deres spil kan kategoriseres som et *coop-spil* eller samarbejdsspil. Deres spil er inspireret af et eksisterende spil, kaldet *Pandemic*, hvor

spillerne samarbejder om at bekæmpe forskellige sygdomme inden de udvikler sig til en pandemi. Gruppens spil oversætter dette til i stedet at være en række katastrofer, forbundet til vand. Deres spilleplade består af et kort over Danmark, hvor man kan bevæge sig rundt mellem forskellige byer (Se fig. 17).



Fig. 17. Billede af gruppe 2's spilleplade

Hver spiller starter i en by, og bruger terningeslag til at rykke rundt mellem byerne. Spilleren trækker i starten af deres runde et kort, der beskriver hvad der sker. Det kan f.eks. være en oversvømmelse i Esbjerg. Dette repræsenteres ved at lægge nogle papirstykker på byen, som symboliserer graden af katastrofe. Spillerne kan bruge deres terningeslag til at fjerne papirstykkerne igen. (f.eks. Hvis en spiller slår en 4'er, kan han vælge at rykke to felter, og derefter fjerne to papirstykker). Gruppen har ikke valgt at inddrage alle elementerne fra det originale spil Pandemic (f.eks. Har spillerne ikke særlige evner), ligesom det heller ikke er tydeligt hvornår spillet er vundet. Gennem observationerne og interviewet tyder det på at gruppen kom i tidspres. I første omgang tages der dog udgangspunkt i det produkt, som gruppen nåede at lave, samt de ideer der er i det.

6 Analyse

Analysen er delt op i tre temaer, hvor jeg undersøger, hvordan de to grupper arbejder med designtænkning i GBL21-forløbet på basis af deres egne fortællinger, interview, samt observationer. Derudover vil jeg undersøge, hvordan de faglige domæner kommer til udtryk i elevernes refleksioner, samt se eksempler på, hvordan koblinger mellem domænerne kan komme til udtryk på forskellige måder hos eleverne. Dette er for at få indblik i deres tanker og handlinger omkring forløbet og dermed nuancere hvilke forudsætninger der skal være til stede, for at arbejde med spildesign i naturfagsundervisningen.

Dette med henblik på at svare på undersøgelsesspørgsmålene:

1. *Hvordan kommer elevernes naturfaglighed i spil i et designorienteret forløb?*
2. *Hvilken betydning har spil som designobjekt for elevernes undersøgelsesproces?*
3. *Hvad betyder strukturen i designtænkning for elevernes faglige arbejde og designprocesser?*

Samtidig identificeres problemstillinger og uoverensstemmelser, der senere kan diskuteres med henblik på en række designprincipper for tilrettelæggelsen af et GBL21-forløb.

6.1 Tema 1: Balancen mellem fagdomænerne

I dette tema vil jeg forsøge at belyse, hvordan elevernes designproces og designvalg påvirker deres faglige arbejde i forløbet, og forsøger dermed at svare på undersøgelsesspørgsmål 1 *Hvordan kommer elevernes naturfaglighed i spil i et designorienteret forløb?* Til dette anvender jeg primært domæneteorien som ramme til at undersøge elevernes faglige positioner. Min tese for temaet er, at der sker en begrænset oversættelse mellem domænerne, men at elevernes valg og design af spil og spilelementer medfører flere muligheder for koblinger mellem domænerne. Samtidig undersøges det, hvordan læreren kan arbejde med domænerne i sin vejledning af eleverne. Temaet er inddelt i tre undertemaer; *Elevernes inspiration*, *Designvalg i forhold til spillene* og *Lærernes oplevelse af elevernes faglighed*.

6.1.1 Elevernes inspiration

Første undertema handler om hvordan eleverne starter deres designprocesser, får ideer og hvor de henter deres inspiration fra. Dermed undersøger jeg, hvilke domæner som eleverne tager udgangspunkt i og trækker på gennem deres processer, og hvordan det påvirker deres videre forløb. Dette med henblik på at afklare, hvorvidt en særlig tilgang fordrer mere faglighed, samt hvordan fagligheden udfoldes i de forskellige tilgange.

Analysen viser at de to grupper får inspiration fra forskellige steder, hvilket viser sig at være med til at styre deres designproces og hvordan de arbejder med fagdomænet. Begge grupper får inddraget faglige elementer og kompetencer, men på vidt forskellige måder.

Gruppe 1

Det første eksempel er fra gruppe 1, som har ladet sig inspirere af en model af vandets kredsløb, som blev vist på tavlen (se fig. 18).

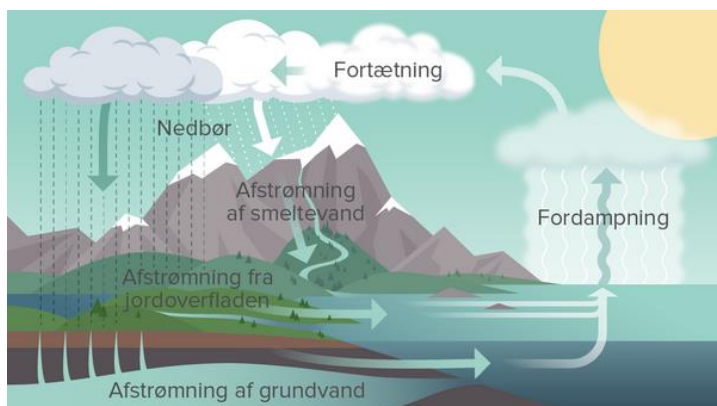


Fig. 18. Til venstre: Model af vandets kredsløb brugt af lærerne i forløbet. (Clioonline: biologifaget, 2018) Til højre: Gruppens spilleplade.

Som det ses på fig. 18, har gruppen til en vis grad ladet sig inspirere af modellen og omdannet den til en spilleplade. Derved trækker de umiddelbart inspiration fra fagdomænet, som de bringer ind i spildomænet. Men efter at have snakket med gruppen, viser der sig at være en anden baggrund for deres inspiration. Følgende citat er fra det efterfølgende interview med gruppen, hvor jeg spørger ind til deres arbejdsproces.

Elev C:	Altså jeg tror vi brainstormede ret meget i starten, og så kunne vi godt tænke os noget med 3D.
Interviewer:	Ok, så det var et krav som I satte ret tidlige?
Elev C:	Ja
Interviewer:	Hvordan kan det være?
Elev M:	Altså jeg tror, vi har jo arbejdet med 3D printere før, så vi vidste godt hvordan vi gjorde det og sådan.

(Bilag 3, 129-134)

Ifølge gruppen valgte de at inddrage 3D- animation og print i deres produkt, da de kendte til det på forhånd, og samtidig mente at det ville være den bedste måde at genskabe elementer fra vandets kredsløb på. Dermed trækker de på deres designkompetencer, og beslutter sig for hvad der skal være med på pladen. I analysen af gruppens designproces kan den sammenlignes med flere elementer fra Donald Schön's definition af

designprocessen (Schön, 2006). Ifølge gruppen selv, starter de først med at brainstorme, hvilket svarer til en divergerende fase i deres designproces, hvor de undersøger forskellige muligheder. Derefter beslutter de, hvilken ide de vil arbejde videre med i en konvergerende fase. De får således tidligt afgrænset problemstillingen og *framet* deres designproces, hvilket starter deres undersøgelsesproces. Hermed argumenterer jeg for at denne gruppe har en designbaseret tilgang i deres arbejdsproces, da de både benytter sig af metoder herfra og samtidig finder inspiration i et designprogram. Men hvordan kommer det faglige i spil ved brugen af et 3D program?

Det følgende eksempel viser, hvordan gruppen anvender deres modelleringskompetence i deres undersøgelsesproces. På førstedagen finder gruppen hurtigt deres computere frem, efter en fælles introduktion, og begynder at undersøge muligheder i et 3D program. Denne tilgang kan ses som en meget pragmatisk tilgang i overensstemmelse med Deweys principper om '*Learning by doing*' (Dewey, 1916). Dermed bruger de programmet som et undersøgelsesrum, som er med til at styre, hvilke elementer de kan have med i deres spil. Mens de undersøger muligheder i programmet, udviser de en viden-i-handling (Schön, 2006) om hvad de mener skal være med og hvad der kunne fungere godt. De trækker på deres erfaring uden at tænke videre over det, men afprøver ting i praksis til de finder den rigtige løsning.

Situationen herunder udspiller sig hos gruppen, efter de er gået i gang med den selvstændige del af idefasen, hvor de brainstormer ideer. Jeg har på dette tidspunkt observeret gruppen i et stykke tid, og set hvordan de sidder og arbejder på deres computere og udveksler ideer med hinanden. I klippet vælger jeg at gå hen til gruppen og spørge ind til hvad de laver. Dermed træder jeg ud at den ikke-deltagende observatørrolle og agerer i stedet mere som interviewer. Situationen er dog spontan og foregår i autentiske omgivelser, og kan derfor siges at give et virkelighedsnært billede af gruppens arbejdsproces (Creswell, 2011). Eksemplet starter ved at jeg lige har spurgt ind til, hvordan deres spil fungerer.

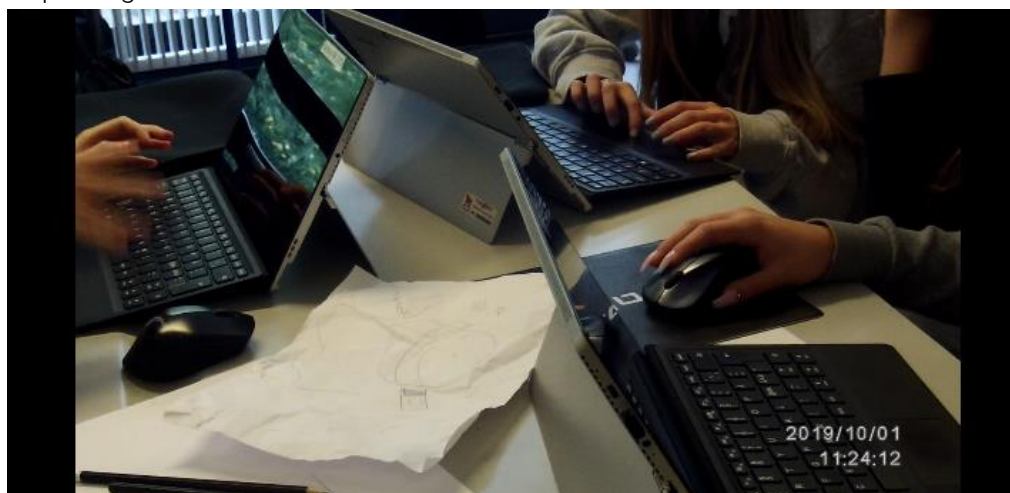


Fig. 19. Videoklip af gruppe 1 der arbejder i 3D-program

Observatør:	Så du siger I starter i vandet?
Elev P:	Ja
Elev C:	ja og så fordamper man op [Laver en bevægelse opad med hånden]
Observatør:	op på bjerget?
Elev C:	Hva?
Observatør:	Op på bjerget?
Elev C:	Altså vi fordamper op i skyerne og så går det ind over bjerget, så sner ned der og så smelter det [gestikulerer med hånden]
Elev M:	[Afbryder] SNER, ej der er snowflakes her [kigger i 3D program]
Observatør:	Så det var det i snakkede om tidligere, at I prøver ligesom at lave kredsløbet som en spilplade?
Elev S:	Vi vil bruge sådan noget ståltråd, hvor skyen er i... [viser med hænderne at skyen skal være oppe i luften på en pind] så hvis man slår en sol, ryger man op i skyen, så kan man sådan...
Elev C:	[Afbryder] så kan man bevæge den over [viser hvordan man så flytter skyen]
Elev S:	Ståltråden
Elev C:	så den ryger over mod bjerget.

(Bilag 6, l. 30-45)

Klipet viser et eksempel på at faglige begreber inddrages og modelleres i spillet. Gruppen har inddraget to konkret faglige begreber, nemlig fordampning og nedbør. Dette indgår i spillet ved at spilleren bevæger sin brik opad på 3D-printede skyer, over på et bjerg, og nedad bjerget igen til overfladeniveau.

Gruppens valg af 3D modeller, giver mulighed for at illustrere fordampning og nedbør, der foregår som vertikale bevægelser, hvilket også ses i at den ene pige gestikulerer, hvordan vandet bevæger sig rundt i kredsløbet. Der har dermed foregået en ret direkte oversættelse mellem fagdomænet til spildomænet. Eftersom modelleringskompetencen både omfatter brug af naturfaglige modeller, men også at kunne modellere et fænomen selv som en oversættelse mellem virkeligheden og teori (Jensen, 2007; Louca & Zacharia, 2012), kan gruppens oversættelse mellem fag- og spildomænet ses som en del af modelleringskompetencen. Gruppen udviser altså både faglighed ved brug af fagbegreber, men også i at forstå dynamikken bag dem og modellere dem ind i spillet.

Som kritik af spillet kan det påpeges, at i forhold til det faglige niveau, er det en ret simpel model, og gruppen kunne have inddraget flere elementer eller udfordringer. Ifølge Schön er denne afgrænsning, eller *naming*, et udtryk for elevernes forståelse af problemstillingen (Schön, 2006). At gruppen i så høj grad lader sig inspirere af en model af vandets kredsløb, betyder at spillet bliver en stor afspejling heraf, og dermed opstår der ikke en udfordring eller spænding, hvor gruppen i højere grad kunne have arbejdet med abstraktion og modellering.

Gruppe 2

Hos den anden gruppe bruger de deres spilkendskab som inspiration til deres spil. Dette giver nogle spændende benspænd for gruppen, hvilket afføder diskussioner af hvad der skal være med i spillet eller ej, men som de ses i eksemplet, kan det være en svær proces. Gruppen bruger brætspillet *Pandemic* som en skabelon, hvor spilelementer (Deterding, 2015) såsom regler, handlinger og udfordringer bibeholdes. Spillet lægger vægt på samarbejde mellem spillerne. Målet for gruppens spil er at overvinde en række kriser i form af forskellige vandkatastrofer såsom tørke, oversvømmelse, tsunami, forurening osv. Med udgangspunkt i et kendt spil, har gruppen udfoldet emnet omkring vandets kredsløb og defineret en problemstilling. I stedet for at formidle et fagligt indhold omkring vandets kredsløb i mere bogstavelig forstand, har gruppen i stedet brugt katastrofer og problemer forbundet med vand, som et udfordrende spilelement. Det ændrer gruppens og spillets faglige fokus samt regler, handlinger og mål for spilleren. Man kan sige, at gruppen *namer* en problemstilling, som efterfølgende *framer* deres designvalg (Schön, 2006).

Jeg mener det er en interessant fortolkning af problemstillingen i forløbet, som adskiller sig fra gruppe 1's mere direkte fortolkning af vandets kredsløb. Ved at tage udgangspunkt i et eksisterende spil, skaber gruppen en tydelig ramme omkring deres spil, der fungerer både som inspiration og benspænd. Når gruppen f.eks. vælger at spillet skal foregå i Danmark, sætter de spillet ind i en virkelighedsnær kontekst. Samtidig sætter det også nogle begrænsninger for spillet. Hvis spillet skal give mening, og formidle viden om vandets kredsløb til en målgruppe, må gruppen her sørge for at faktisk indholdet i deres spil. Det kunne f.eks. være hvorvidt, der er chance for at de forskellige katastrofer sker i et land som Danmark. Dermed er spildomænet med til at udfolde fagdomænet, så vidt gruppen lever op til dette.

Når man kigger nærmere på det færdige produkt, virker det dog ikke til at gruppen forholder sig til sammenhængen mellem det faglige indhold og deres spil. For eksempel har gruppen bibeholdt krisen "Tsunami" fra deres idefase.

Hos DMI kan man læse at sandsynligheden for tsunamier i Danmark er *meget lille* (Buch et al., 2005). Dette adresserer gruppen ikke i spillet. Efter at have snakket med gruppen, tyder det på at de har haft svært ved at inddrage faktuel viden i spillets elementer. Eksemplet her kommer fra det efterfølgende elevinterview, som jeg lavede med gruppen. Jeg spørger ind til hvad gruppen synes om at lave spil i undervisningen, og om de oplever det som meningsfuldt, hvorefter gruppen selv kommer ind på nogle af de udfordringer de har.

Interviewer:	[...] hvordan synes du det virker det her med at lave... at bruge det at lave spil? Altså, giver det mening synes du?
Elev V:	øhh... på nogen emner gør det, jeg vil sige... med matematik og sådan noget gør det, men med vand, var det sådan lidt... der synes jeg det var sådan lidt svært at forklare om hvordan det er og sådan der... noget om fakta om vand, mens man skal lave spil som også virker... [...]
Elev O:	[...] Ja det er sådan... det er det samme med det der, det er svært at forklare nogen af de der ting i et spil, så bliver man sådan der... sådan

der... ikke svært at indføre i spillet, det er bare sådan svært at forklare det med spillet.

(Bilag 4, l. 60-81)

De to elever fremhæver begge to at det er 'svært' at få emnet ind i spillet, når spillet også skal 'virke', og dermed risikeres det at det faglige ikke opleves som meningsfuldt. Når gruppen ikke formår at skabe sammenhænge mellem fagdomæne og spildomæne, bliver praksis ifølge Dewey en afkoblet proces fra det faglige. Teori og praksis hænger sammen, og er en dobbeltrettet proces, hvor erfaringer er med til at omstrukturere viden, der fører til ny forståelse af praksis (Brinkmann, 2016). Når gruppen ikke oplever denne sammenhæng og relevans mellem forløbet og det faglige indhold, bliver forløbet dermed afkoblet fra den øvrige undervisning. Dette resulterer for denne gruppe i, at de kæmper med deres motivation efter de er kommet lidt ind i forløbet og har høje krav til deres eget spil, som bremser deres designproces (se afsnit 6.2.2). Baggrunden for denne afkobling kan dels findes i gruppens *naming* og *framing* af deres problemstilling. Som beskrevet i starten af dette afsnit har gruppen valgt vandkatastrofer som spilelement, hvilket ændrer hvilket fagligt indhold som er relevant for gruppen. Dette viser sig uhensigtsmæssigt i forhold til at leve op til forløbets faglige fokus på vandets kredsløb, og giver også frustrationer hos gruppen. Dette uddybes i afsnit 6.2.2.

6.1.2 Designvalg i forhold til spillene

Dette undertema fokuserer nærmere på nogle af de konkrete designvalg, som eleverne tager undervejs, for hermed at undersøge, hvorvidt der skabes koblinger til fagdomænet i elevernes arbejdsproces. Det interessante i dette undertema er, at det viser sig at eleverne har svært ved at bevæge sig flydende mellem domænerne undervejs i designprocessen, men er mere tilbøjelige til at blive i et domæne, hvilket resulterer i at de ikke får perspektiveret til det faglige indhold.

Gruppe 1

Først kigger vi på de spilelementer, som gruppe 1 inddrager i deres spil. Deres spil drives frem af terningslag, hvor spilleren rykker det givne antal øjne frem på brættet, samt en række spørgeskort, hvor et korrekt svar medfører at man må rykke frem på pladen. Selve spilmekanikken, at slå med en terning for at rykke frem på felterne, er ret simpel, og medfører ikke nogen aktive valg fra spilleren, men fungerer fint i forhold til at drive spillet frem og drage en parallel til vandets bevægelse fremad i kredsløbet. Gruppen har dog også indført en spilmekanik, hvor der skal slås en sol (som er repræsenteret ved en seks 'er). I interviewet, spørger jeg ind til denne mekanik:

Elev C: *Ja, vi har lavet en sol, og man har tre forsøg til at slå en sol, indtil man er kommet op i skyen, så det kan gå lidt hurtigere*
Elev M: *Og så når man kommer herop, så skal man slå en sol, for at kunne komme ned igen*

(Bilag 3, l. 87-89)

Først bruger gruppen spilelementet med solen, til at bevæge sig op i skyerne, hvilken kan repræsentere en fordampning fra havet. Her er der sammenhæng mellem spildomæne og fagdomæne. Det faglige begreb bliver et endogent element i spillet, da spilleren lærer om forhold i vandets kredsløb, ved at spille spillet og lære reglerne (Squire, 2003). Gruppen arbejder dermed aktivt med modelleringskompetencen "*Eleven kan anvende modeller til forklaring af fænomener og problemstillinger i naturfag*" (Faghæfte. Fysik/kemi, 2019). Men efterfølgende bruger gruppen den samme mekanisme, når man skal ned igen (på bjerget), hvilket svarer til en fortætning med efterfølgende nedbør, som ikke udløses af solen, men i stedet en afkølingsproces, når vanddampen trækker op i luftlagene. Dette aspekt misser gruppen, og får dermed ikke perspektiveret til det faglige indhold. I stedet ser jeg dette eksempel som et tegn på, at gruppen bliver i spildomænet, dvs. de benytter sig af spilsproget, genbruger spilelementer og anvender en form for intern logik i deres spil, i stedet for at koble det til fagdomænet, hvilket kan være et tegn på, at det er svært at skifte mellem et fagsprog eller et domæne til et andet.

Gruppe 2

Det næste eksempel er fra gruppe 2, og belyser ligeledes, hvordan eleverne ikke får koblet deres spilelementer til fagdomænet. Gruppen bruger flere gange inspiration fra originalspillet *Pandemic* som inspiration til spilelementerne i spillet, både i forhold til opbygningen, katastroferne og hvordan man skal klare udfordringerne.

Generelt bevæger denne gruppe sig meget i spildomænet. Dette kan skyldes at især to af eleverne er vant til at spille brætspil, og derfor har et tydeligt billede, om det at være spiller og hvad brætspil indeholder.

Et eksempel på dette spilfokus, opstår under interviewet, hvor den ene elev benytter sig af et udtryk, som relaterer sig til originalspillet *Pandemic*, men som ikke giver mening i gruppens eget spil. Gruppen er i gang med at forklare deres spil, hvor jeg spørger ind til hvordan deres spil fungerer:

Elev O: Jo, så er der en prik for hver by, og så er der sådan nogle steder med... du trækker, du trækker et kort når det er din tur, og så på det kort så står der "Der er kommet oversvømmelse i Rødovre, sæt to virusblokke". Så sætter man to af sådan nogle der blokke på... øh i Rødovre, på Rødovres plads og så måske står jeg i ovre i Jylland og så skal jeg slå en seks 'er og så kommer jeg måske derover, og så bruger jeg så... hvis jeg har brugt fire, sådan, hvis jeg er kommet mellem fire af de der byer derover, så har jeg to tilbage, hvor så bruger jeg så de to på at fjerne de der virusblokke.

(Bilag 4, l. 233-238)

Begrebet *virusblokke* er ikke noget der giver mening i forhold til et spil om vandkatastrofer, og er tydeligvis et begreb der stammer fra originalspillet. Ligesom gruppe 1 forbliver i spildomænet, da de bruger sol som symbol for både fordampning og fortætning, oversætter gruppe 2 heller ikke virusblokke til fagdomænet, men bliver i stedet i spildomænet. Her kunne der ellers have været en oplagt mulighed for at gøre emnet mere

virkelighedsnært og ændre virusblokke til noget, der havde noget at gøre med gruppens problemstilling.

Det er et eksempel på, hvordan sprogbrugen er med til at definere eller *frame* de løsningsmuligheder vi kan tænke os til (Schön, 2006), og at der derfor må være mere fokus på brugen af fagsprog i forløbene.

Gruppe 1

Det sidste eksempel, vender vi tilbage til gruppe 1, som har inddraget spørgekort i deres spil (se fig. 20). Eksemplet viser hvordan et spilelement kan bruges, som afsæt for en faglig undersøgelse.

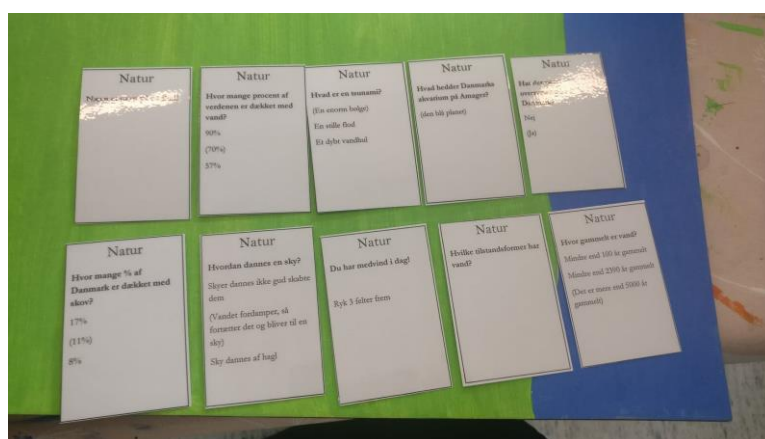


Fig. 20. Eksempler på spørgekort.

Spørgekortene bruges undervejs i spillet, når en spiller lander på et spørgefelt. Svarer man rigtig rykker man frem og svarer man forkert rykker man tilbage. Spørgsmålene handler om vand eller vandets kredsløb. Spørgekortene har dermed et ret tydeligt fagligt indhold, og som det ses i eksemplet her fra interviewet med gruppen, har gruppen selv fundet frem til hvad det skulle være:

Elev P:	Det er om vandets kredsløb også... eller det er om vandet, det er lidt af hver.
Interviewer:	Og hvor har I fundet inspiration til de spørgsmål henne?
Elev S:	Dem har vi bare sådan fundet på
Elev M:	Ja, nogle af dem har vi fundet på
Elev C:	Ja men lærer K gav os en eller anden hjemmeside... Var det vandets vej, som vi kunne gå ind på.

(Bilag 3, l. 105-109)

Som gruppen selv siger, så fandt de lidt bare på spørgsmålene selv, men deres lærer har også hjulpet dem med at søge viden via vandetsvej.dk. Læreren har ganske vist givet dem en hjemmeside, men har ellers ikke haft indflydelse på spørgekortenes indhold. Gruppen

må altså selv ud og foretage en undersøgelse på hjemmesiden, samt aktivt udvælge, hvilke spørgsmål de vælger at inddrage. Samtidig betyder spørgekortene at gruppen må forholde sig kritisk til deres viden, for at sikre at svarene er korrekte. Eftersom spillet skal afprøves på mindre klasser, må gruppen udvælge, hvilke spørgsmål der skal indgå i forhold til målgruppen for spillet. Kritisk stillingtagen og udvælgelse i forhold til målgruppen, relaterer sig til undersøgelseskompetencen, hvor eleven kan *"indsamle og vurdere data fra egne og andres undersøgelser i naturfag."* (Faghæfte. Fysik/kemi, 2019). Selve indholdet af spørgekortene, har ikke nogen direkte indflydelse på spillet, og kan derfor på baggrund af Squire 's opdeling ses som et eksogent spilelement (Squire, 2003). I forhold til modtagergruppens oplevelse af spillet, har spørgekortene til formål at *træne* bestemt viden, frem for at *opdage* og *undersøge* ny viden koblet til spillets mål (se fig. 13 i afsnit 4.3.2), og spørgekortene kan dermed opleves som afkoblet fra spillets progression. Squire argumenterer for at endogene spil fører til bedre læring og indlevelse for spilleren (Squire, 2003), og derfor kan et eksogent spilelement som spørgekortene, ses som en dårlig måde at indføre læring i spillene på.

Men da formålet af GBL21-forløbet dels er at skabe læring for dem som designer spillet (Ejsing-Duun & Hanghøj, 2019), og ikke dem som efterfølgende skal spille spillet, kan der altså alligevel være et læringsmæssigt potentiale i et eksogent spilelement. Som sagt har indførelsen af spørgekortene nemlig betydet, at gruppen får aktiveret deres viden om vandets kredsløb, undersøgt emnet og tilegnet sig ny viden. Dermed fungerer spillekortene som en udfordring, der tvinger gruppen til at tænke kritisk (Schön, 2006) og samtidig bringer undersøgelseskompetencen i spil, da de både *'indsamler og vurderer data'* og *'formulerer problemstillinger med naturfagligt indhold'* (Faghæfte. Fysik/kemi, 2019)

6.1.3 Lærernes oplevelse af elevernes faglighed

For at understøtte min egen analyse af elevernes faglige arbejde, vil jeg i dette sidste undertema inddrage lærernes synspunkter, for at se om det stemmer overens med mine egne opfattelser. Undertemaet tager udgangspunkt i lærernes oplevelser og udtalelser i forbindelse med mit opfølgende interview med dem. Det mest gennemgående tema hos lærerne, er deres oplevelse af elevernes modvillighed overfor at reflektere fagligt over deres proces og designvalg, hvilket stemmer overens med min egen antagelse om, at det kan være svært at skifte mellem domænerne.

I interviewet med lærerne bliver det tydeligt, at de mener forløbet og elevernes designprocesser ikke har været faglige nok. Det fremgår i interviewet at lærerne forventede, at de kunne 'tjekke' vandets kredsløb af, som en del af det faglige fokusområde *"Drikkevandsforsyning for fremtidige generationer"* (Børne- og undervisningsministeriet, 2019: 8), men det føler de ikke, at forløbet har levet op til.

Lærer A: Det er svært at skrive på, at ja vi har gennemført et forløb på tværs om vandets kredsløb, så det kan vi godt opgive som et emne til eksamen

(Bilag 5, l. 42-43)

Lærer B: Nej altså naturfagligt har jeg næsten siddet og sagt, at der mangler noget faglighed ikke.

(Bilag 5, l. 134)

Lærerne udtaler selv, at de mener de kunne have været mere skarpe eller mere 'på' i forhold til faglighed, og dermed kan man sige at de allerede har dannet sig nogle tanker og refleksioner over forløbet og forbedringsmuligheder til det næste forløb.

Som næste eksempel viser, tyder det også på at de mulige faglige refleksioner, der opstår i koblingen mellem domænerne og den undersøgelsesproces elevernes konkrete designvalg kan medføre, ikke i tilstrækkelig grad fanges og understøttes, og at lærernes oplever at det er svært at få eleverne til at reflektere over deres valg i forhold til spillene. I eksemplet har jeg spurgt ind til hvor godt lærerne har følt sig forberedt, hvorefter den ene lærer udtaler, at hun egentlig føler sig godt klædt på i forhold til designkompetencer og innovationsprocesser, men at hun ikke føler sig sikker på om det er kommet frem i undervisningen. I stedet oplever hun selv at have været lidt opgivende, da hun mener eleverne ikke har været så villige til at ændre på deres produkter, når hun har opfordret dem til det:

Lærer L: Og man bliver mødt flere gange med, at når man prøver at udfordre dem... det var det der med matadorpenge... "Kan du ikke lave det på en anden måde, kan man gøre det sådan, at man måske ikke har fokus på pengene, har det noget med at gøre, når man vinder, at det er rensning af vand, eller at man vender det om... Nej, det skal være penge" Man bliver hurtigt mødt med den der, "nej, det skal være min måde, jeg har den ide, og du kan ikke komme med flere ideer L, fordi vi kan ikke bruge dem til noget". Altså, vi bliver mødt med det der.

(Bilag 5, l. 315-320)

Læreren oplever at eleverne er modvillige overfor at skulle ændre på deres design. Hun forsøger at ændre gruppens spilobjekt med matadorpenge, til måske i stedet at have noget med rensning af vand at gøre. Hermed skaber hun mulighed for en modelleringsproces mellem spildomænet og fagdomænet, i og med at elevernes skal oversætte matadorpenge til fagligt begreb, *analysere* hvordan det kan bruges i spillet, som et meningsfyldt spilelement, samt *fortolke* hvordan dette spilelement hænger sammen med virkelighedens verden, jf. modelleringsprocessen i matematisk modellering (Jensen, 2007), men eleverne tager det ikke til sig. I næste deltema gennemgås denne modvillighed i større grad, hvor jeg bl.a. tolker det som eleverne har stort fokus på produkt frem for proces, samt føler stort ejerskab over deres produkter.

En anden forklaring er dog også, at denne modelleringsproces og skift mellem domæner er en krævende proces for eleverne, hvilket ses tydeligere i næste eksempel som er et videoklip fra undervisningen, hvor særligt en elev virker frustreret og opgivende, når

gruppen skal indarbejde fagligt indhold i deres spil. Eksemplet viser dog også, hvordan læreren kan komme eleverne i møde og facilitere koblinger mellem domænerne. Videoklipet er fra anden-dagen, hvor klasserne er gået i gang at lave prototyper af deres spil. Læreren er nede at snakke med gruppe 2, som har svært ved at komme i gang. Hun forsøger at forstå deres spil og stiller spørgsmål til hvordan de kan udvikle det. Hun foreslår forskellige faglige begreber, som gruppen kan undersøge.



Fig. 21. Videoklip af Lærer hjælper gruppe 2.

- Lærer A: Det her Pandemicspil hvad går det ud på?... Er det meningen at man skal... få fat i vand? Eller hvad er det der er meningen med det?
- Elev V: Ej, men det ved vi ikke. **[Lægger hovedet ned på bordet]**
- Lærer A: Ok... jamen hvad er meningen? **[Spørger insisterende og sætter sig ned]**
- Elev V: Så har der været vandskade, og så... ja. **[Svarer irriteret og frustreret]**
- Lærer A: Hvordan er det rigtigt med vandskade? Hvad går det ud på? **[sætter sig ned og spørger i rolig tone]**
- Elev V: **[virker forsat frustreret og lægger hovedet i hænderne]**
- Lærer A: Kunne det være noget med, at vandet er blevet forurenset, og man skal finde ud af hvordan man skal rense vand?
- Elev O: Ja.
- Elev V: Ja... **[tøver]**
- Lærer A: Så kan det være at man skal gå ind og finde ud af noget om, hvordan renser man vand? Noget om spildevand eller drikkevand? Kunne det så være noget med det, hvor man så i fællesskab, skal kigge på forskellige måder at rense vandet på? **[Kigger rundt på alle i gruppen]**
- Elev V: Nej **[irriteret]**
- Lærer A: Nu prøver jeg jo bare på at komme med nogle ideer.
- Elev V: Vi har selv lige prøvet at kigge på nogle billeder, men det giver ikke mening... (Svært at høre hvad der bliver sagt) Vi har snakket kort om det der kredsløb

og sådan, men vi har slet ikke snakket om hvordan bliver vandet rent igen på de der rengørings-noget...

Lærer A: *Men det kunne man prøve at undersøge.*

(Bilag 7, l. 10-30)

Drengen (V) i klippet lægger flere gange hovedet ned i hænderne, hæver stemmen eller lyder opgivende, hvilket jeg tolker som tydelige tegn på frustration over processen. Først virker gruppen nemlig åben overfor lærerens forslag i forhold til at spilleren skal finde ud af, hvordan man skal rense vand, hvor både O og V svarer ja, men V afviser igen hurtigt ideen ud fra at han føler de har prøvet, men ikke kunne få *'det til at give mening'*. På baggrund af mine observationer at gruppen og ud fra konteksten, tolker jeg *'det'* som at det er sammenkoblingen mellem gruppens spil og det faglige indhold som ikke giver mening, da de ikke viser tegn på at have problemer med forståelsen af det faglige indhold.

Som det ses i eksemplet, går læreren ind med en åben og nysgerrig tilgang til elevernes spil. Hun forsøger dermed at forstå spillet på deres præmisser i spildomænet. Hun spørger igen insisterende *'hvad er meningen?'* og får dermed eleverne til selv at sætte ord på. Derefter tager hun udgangspunkt i elevens svar *'vandskade'* og prøver at folde det ud, ved at putte faglige begreber på som vandrensning, spildevand og drikkevand. Dermed inddrager hun fagdomænet, så gruppen kan finde inspiration til videreudvikling af deres spil. Dette virker til at fange den ene drengs interesse, da han tøvende svarer *'ja...'*, men derefter afviser ideen, da han synes at gruppen har prøvet, men ikke kunne få det til at give mening. Læreren hjælper gruppen med at finde en video de kan se, hvilket resulterer i at gruppen ser filmen og senere genoptager deres designproces, da de efterfølgende finder pap og papir frem. Eksemplet viser hvordan lærerens faglige indspark og støtte, hjælper eleverne tilbage på rette spor og igen arbejder mere frit mellem spil-, design- og fagdomæne. Læreren kommer med forslag og finder materiale til gruppen, men lader undersøgelsen og valgene være op til gruppen selv. Dette kan ses som et eksempel på at forme miljøet omkring gruppen, ude at lade læring være en direkte handling, som Dewey argumenterer for (Brinkmann, 2016) som fører eleverne ud i en undersøgelsesproces.

Delkonklusion

Tema 1 viser, at når eleverne indtager bestemte domænepositioner i designprocessen og tager konkrete designvalg, giver det mulighed for fagligt arbejde, og der kan være flere mulige indgangsvinkler til fagdomænet. Dog har eleverne svært ved at sammenkoble domænerne, som ellers åbner op for både modellering- og undersøgelsesprocesser, og særligt virker fagdomænet svært for eleverne at inddrage. Lærerne oplever dette gennem en modvillighed fra eleverne over at reflektere fagligt over deres spil og spilelementer, men mangler værktøjer til at imødekomme dette. Domænemodellen kan præsentere en model for lærerens understøttelse af elevernes arbejde, ved at skabe fokus på elevernes domænepositioner og vigtigheden af at koble domænerne til hinanden.

6.2 Tema 2: Elevernes og lærernes prioriteringer mellem proces og produkt

Når lærerne og eleverne har arbejdet i den konkrete udførelse af forløbet, er det interessant at se på, hvor fokuset ligger henne for begge parter. Dette med henblik på at svare på undersøgelsesspørgsmål 2 *Hvilken betydning har spil som designobjekt for elevernes undersøgelsesproces?* Tesen i dette tema er, at et stort produktfokus risikerer, at det faglige indhold nedprioriteres eller direkte undermineres til fordel for designprocessen og spiludviklingen. Derfor undersøges de to grupper samt lærernes fokus, og hvordan det påvirker designprocessen og det faglige arbejde, samt mulige begrundelser herfor. Her benytter jeg mig især af Deweys teorier om den undersøgelsesbaserede arbejdsform, samt Schön's teorier om designprocessen. Temaet er inddelt i undertemaerne; *"Det skal være flot"*, *"Der skal bare være vand med"* og *Lærernes fokus*.

6.2.1 "Det skal være flot"

Det første undertema undersøger hvordan spillet og dets udtryk, kan komme til at distrahere for det faglige indhold, men viser også at fokus på detaljer og det virkelighedsnære kan fordre faglige samtaler.

Under observationerne og i interviewet bliver det tydeligt at gruppe 1 lægger meget vægt på det visuelle i deres produkt. De bruger lang tid i 3D programmet til at designe deres figurer, så de både bliver virkelighedstro og flotte. Da gruppen i praksis bruger meget tid på at designe i 3D-programmet og konstruere deres spilleplade, kan man sige at gruppen positionerer sig primært i designdomænet fremfor fagdomænet og spildomænet i deres designproces. De virker ikke til at have så meget fokus på det faglige udbytte, som spilleren skal have af spillet, og bruger heller ikke meget tid på spilmekanikkerne.

Denne position har vi tidligere i afsnit 6.1.1 set hos gruppe 1 i deres idefase, hvor de har taget udgangspunkt i et 3D-værktøj som inspiration til deres spilleplade. Fokuset på det visuelle kan betyde, at gruppen bruger meget tid på detaljerne og på at arbejde med 3D-værktøjet, hvilket tager tid fra andre dele af designprocessen som f.eks. test og feedback. Dermed risikerer gruppen ikke at få arbejdet iterativt med designprocessen (Schön, 2003; Scheer et al., 2012), samtidig med at der ikke bliver tid til at arbejde med spilmekanikkerne (Deterding, 2015) eller det faglige indhold.

I følgende eksempel ses dette æstetiske fokus, samt hvordan gruppen ikke får reflekteret over oplagte faglige koblinger. På førstedagen i idefasen sidder gruppen og diskuterer, hvordan spillepladen skal se ud og hvilke elementer der skal være med. Følgende eksempel er et lydclip af denne samtale.

- | | |
|---------|--|
| Elev M: | <i>Ej, nu sidder jeg bare og prøver alt muligt og så kan det være vi kan sætte noget sammen.</i> |
| Elev P: | <i>Ok... så, men det er bare lidt retarderet fordi det skal se sejt ud... Så når man er kommet ned fra bjerget, så skal man...</i> |
| Elev S: | <i>den her vej tror jeg</i> |

Elev P: Den her vej?

Elev S: Ja fordi havet er her.

Elev P: ok, så rensningsanlægget det...

Elev S: Der... Det ligger sådan herinde agtigt

Elev P: Her?

Elev S: Ja.

Elev P: Det er måske lidt større end det?

Elev S: Ja... Det ved jeg ikke.

Elev P: Ej, jeg vil gerne lige se hvordan man rigtigt skriver det.

Elev S: Det er rigtigt, jeg har tjek på det.

Elev P: Nå har du?

Elev S: Ja jeg er rimelig sikker på det er rigtigt... Så, altså så vandet ikke, det går sådan ned her, og så ned i havet, men der er også en vej ind her, til hvis man er blevet forurenset.

Elev P: Rensningsanlæg

Elev M: Så havet er hernede eller hvad?

Elev S: Ja.

Elev P: Ja

Elev S: Og jeg tror vi dropper det med broen, fordi det...

Elev P: Ja men skal der ikke være noget her?

Elev S: Jo, men der kunne godt være en sø, eller sådan noget med...

Elev M: Skal jeg vise dig det?

Elev S: Det øhh... det ved jeg ikke. Det er bare sådan for pynt den der sø?

Elev P: Altså vi skal jo lave et par blomster, og sådan noget lidt omkring. Vi kunne lave det sådan, op ad bjerget eller et eller andet for at give lidt farve.

Elev S: Ja, vi kunne også en sø her med broen over, bare sådan for pynt, hvor man ikke skal over, men bare sådan et eller andet.

Elev M: Jeg tænkte på øhh... den her model, og så i stedet for den der bakke, kunne vi sige rensningsanlægget... sådan her

Elev P: Nåå... men så er havet jo med herovre [gisper] åh, lad os lave sten og så finde dem i den der, og lave 3D modeller, så ligge sten ligesom der.

Elev M: Ja.

Elev P: Kunne det ikke være ret godt?... Men så skal havet jo ligesom være herovre.

Elev M: Ja, men jeg tænker også godt vi kunne have lidt herovre, for der er ligesom ingenting der.

(Bilag 11, l. 23-59)

Som det ses i eksemplet, så har gruppens undersøgelse og refleksioner fokus på det æstetiske, i og med at det skal 'se godt ud' og der skal være noget 'bare sådan for pynt' og at der mangler noget på spillepladen. Gruppen har taget udgangspunkt i en model af vandets kredsløb, men ændrer på elementer i kredsløbet og deres beliggenhed på baggrund af det æstetiske udtryk, uden at forholde sig kritisk til det faglige. F.eks. diskuterer gruppen at lave en sø på spillepladen, men i stedet for at overveje at indarbejde den i kredsløbet, virker de udelukkende til at have et æstetisk fokus. Dermed kommer

fagdomænet ikke yderligere i spil, og gruppens modelleringsproces begrænser sig til at tingene ser virkelige ud, men modellen *’vurderes ikke i forhold til deres anvendelighed og begrænsninger’* (Faghæfte. Fysik/kemi, 2019).

På den anden side fortæller gruppen senere i interviewet selv, hvordan fokus på detaljerne fordrer til mere samtale.

Elev P:	<i>Hvis man nu for eksempel skulle gøre det hurtigt ikke... Så ville det bare være sådan "vi skal have det, vi skal have det og vi skal have det" Men med det andet så tænker man sig mere om "okay, hvad kan vi gøre her? Kan vi gøre det?" og så kan man måske tale om det.</i>
Interviewer:	<i>Så det at man skal lave det, gør at man er lidt mere grundig måske?</i>
Elev M:	<i>Ja</i>
Interviewer:	<i>Eller som du siger, at man måske tænker sig lidt mere om? Før man vælger noget man vil have med?</i>
Elev P:	<i>Ja</i>

(Bilag 3, l. 235-242)

Med *’det’* mener eleven produktet. Når eleven henviser til *’det andet’* menes der gruppens måde at arbejde med detaljerne. Det store fokus på designet, hjælper gruppen til at være mere bevidste om deres valg. Man kan sige at gruppen arbejder meget pragmatisk, ved at afprøve og diskutere hvad der virker. I forhold til Deweys læringsteori giver den viden, som gruppen anvender i det praktiske arbejde, ny mening til praksis og fungerer som feedback (Brinkmann, 2016). Denne feedback kan ses som en del af gruppens undersøgelsesproces, der fører til refleksion-i-handling (Schön, 2006). Gruppens arbejde med detaljer bliver altså en undersøgelsesproces i sig selv, hvor der både arbejdes divergerende *"hvad kan vi gøre her? Kan vi gøre det?"* samt konvergerende, hvor gruppen afgrænser og tager beslutninger i fællesskab på baggrund af deres afprøvninger.

6.2.2 "Der skal bare være vand med"

Hos gruppe 2 har der ligeledes været et stort produktfokus, men i stedet for at fokusere på det visuelle, har gruppen i højere grad forholdt sig til forholdet mellem form og indhold i spillet. Undertemaet viser hvordan forløbet og designudfordringen både kan optage eleverne og fordre kritisk refleksion, men samtidig kan virke som en bremseklods for den kreative proces, hvis udfordringen opleves som for stor og eleverne bliver *"for"* optagede af kravene til produktet.

Gruppen forholder sig flere gange reflektivt til designudfordringen, og hvordan fagligt indhold om vandets kredsløb inddrages i spillet på en meningsfyldt måde. De udviser dermed i høj grad den autonomi og ejerskab, som Dewey snakker om, når læring foregår i undersøgelsesbaserede arbejdsformer, hvor indholdet bør opleves som meningsfyldt og som optager deltageren (Brinkmann, 2016). Et eksempel på dette ses i interviewet efter

forløbet, hvor gruppen på et tidspunkt taler om hvordan vandets kredsløb er inddraget i spillene, og de forventninger der er stillet hertil.

Elev V: [...] det skulle bare have vand, det skulle bare have vandet med. Pointen med vand, det ændrede sig overhovedet ikke, du lærte ikke noget om vand omkring det.

Elev J: Men det er også svært at få det hele med om vandets kredsløb.

(Bilag 4, l. 168-171)

Eleven påpeger selv vand som emne ikke havde betydelig indflydelse på spillet, da vandet 'bare skulle være med'. Det tyder på at eleven mener, at spillet skal forholde sig til vandets kredsløb og inddrage det faglige, og ikke blot have vand som et overfladisk tema. Dermed kan 'bare at have vand med' tolkes som et eksogent element, som ikke påvirker selve spilmekanikken eller har nogen indflydelse på spillet. Spillet kunne lige så godt handle om noget andet. Denne tolkning taler altså ind i selve den måde, som fagligheden bruges i spillet, hvor fagligheden bliver et overfladisk lag over spillet, og arbejdet med at udvikle spillet primært drager på færdigheder i spildomænet.

En anden tolkning kan være at eleven ikke mener der er stor nok faglig dybde i spillet, bare fordi det har vand med, men at der er nødt til at være en stor del af det faglige indhold fra emnet med, før det er godt nok. Denne tolkning understøttes af elev J, som taler om at få 'det hele' med. Elev J udtaler dog samtidig selv, at dette er svært, og gruppens eget spil indeholder selv kun en udvalgt del af emnet om vand.

Uanset tolkning virker det til, at gruppen lægger stor vægt på at spillet skal indarbejde det faglige på en meningsfyldt måde, men de oplever samtidig selv dette som værende en stor udfordring.

Gruppens udfordringer ses i følgende eksempel fra videoobservationen fra anden-dagen, hvor gruppen har en krise en times tid inde i undervisningen. Gruppen har generelt haft svært ved at komme i gang, og oplever nu at de sidder fast. Eksemplet viser, hvordan et stort produktfokus og gruppens egne høje krav til mening mellem form og indhold, også kan resultere i en stagnering i arbejdsprocessen og påvirke gruppens motivation.



Fig. 22. Videoklip af gruppe 2 som er gået i stå

Elev O:	Jeg ved ikke hvordan vi skal komme videre [Lyder opgivende]
Lærer A:	Men så synes jeg I skal lukke computerne ned og så tage en snak om, hvad I skal fra nu af, i stedet for at... [Står ved siden og taler]
Elev V:	[Afbryder] Vi har jo brugt alt for lang tid på at sidde at... sidde og [Lyder frustreret og tager sig til hovedet]
Lærer A:	[Afbryder] Ok, men det er fordi V, at jeg kan høre O han siger at 'jeg ved ikke hvordan vi skal komme videre herfra'
Elev V:	Men det er fordi det er så (kan ikke høres)... Du har... I har sagt til os at 'I skal lave et spil, og så skal I bare gøre det med vand, og det skal bare være'... og vi har ikke fået noget [Kigger lidt rundt og lægger hovedet på bordet]
Lærer A:	Hvad er det for en forklaring du tænker du mangler? [Bevæger sig hen foran eleven]
Elev V:	Vi har ikke sådan noget... Det er ikke... Jeg synes det er bare åbent. Det er bare sådan (Kan ikke høres)

(Bilag 8, Videoklip, l. 12-24)

Gruppen ved ikke hvordan de skal komme videre, og oplever at de mangler faglig viden. Det virker til, at de er i tvivl om hvordan de skal tolke emnet og designudfordringen, og mangler en stilladsering fra lærerens side af. Ifølge Dewey skal en opgave være virkelighedsnært og vedkommende for eleven (Brinkmann, 2016). Idet gruppen ikke oplever det faglige indgå på en meningsfyldt måde og ikke har en tydelig rammesætning af designudfordringen, mister de motivationen for at arbejde videre. På den ene side har de store krav til det faglige indhold i deres spil, og på den anden side formår de ikke at føre det ud i livet. Dermed opstår der en konflikt mellem deres forståelse og *framing* (Schön, 2006) i fagdomænet og deres kompetencer i design- og spildomænet, hvilket bremser deres undersøgelsesproces. Baseret på elev V's udtalelse om at opgaven er 'for åben', samt at gruppen har prøvet på egen hånd længe, virker problemet til at være, at det bliver for komplekst for gruppen at leve op til deres egne krav om brugen af faglige indhold i deres spil. Som resultat går gruppen i stå og efterspørger hjælp fra læreren til at få overblik over det faglige. Som vi så i afsnit 6.1.3 hjælper læreren ved at stille spørgsmål ind til gruppen, ud fra det domæne som de befinder sig i, hvilket får gruppen til selv at sætte ord på deres spil, hvorefter læreren hjælper med at finde frem til den viden gruppen mangler. Ifølge Dewey er underviserens opgave at forme miljøet omkring eleven (Brinkmann, 2016), og lærerens spørgsmål kan dermed ses som en måde at reducere kompleksiteten i gruppens designproces, så de igen kan blive selvstændige og gøre egne erfaringer i deres egen læringsproces.

Det faglige indhold i gruppens spil handler om naturkatastrofer i forhold til vand, herunder oversvømmelser, tørke og vandforurening, men indeholder ikke viden om kredsløbsforståelsen, grundvand, vandværk, kloaksystem eller rensningsanlæg, som ellers kunne være typiske emner, der relaterer sig til vandets kredsløb. Deres spil har derfor selv et afgrænset indhold i forhold til emnet. Det er overraskende at gruppen på den ene side, peger på en bred faglig forståelse, og på den anden side selv vælger en snæver

tilgang. Gruppen efterspørger mere rammesætning fra lærerne, men har selv skabt en afgrænsning og *framing* af deres spil. Når gruppen alligevel virker frustrerede, kan en forklaring være at gruppen ikke har været bevidst om deres egen *framing* af designudfordringen, men blot har gjort hvad der virkede, i en mere pragmatisk tilgang. Ifølge Dewey giver det praktiske arbejde erfaringer med modstand eller udfordringer, som fører til en omstrukturering af viden, der giver ny mening til praksis (Brinkmann, 2016). Denne omstrukturering sker ifølge Schön igennem elevens refleksion-i-handling (Schön, 2006). Gruppen virker meget reflekterede i interviewet, og forholder sig kritisk til både rammesætningen, deres egen arbejdsindsats og meningen med forløbet, men undervejs i processen virker de til at kæmpe mere og være mindre velovervejede. Man kan dermed sige, at de er gode til refleksion-over-handling, men ikke refleksion-i-handling.

6.2.3 Lærernes fokus

I det sidste undertema kigges der nærmere på lærerne, og hvor deres fokus ligger henne, hvordan det italesættes, og hvordan det påvirker elevernes designprocesser. Deltemaet peger på at lærerne ikke har været bevidst om deres eget fokus, og at forløbet trækker både elever og lærere over i et stort produktfokus.

Ligesom eleverne har haft et stort fokus på deres produkter, tyder det på, at der har manglet et tydeligt fokus fra lærerne på det faglige eller processen under forløbet. Under observationerne bemærker jeg, hvordan lærerne bruger meget af deres tid på klasseledelse, dvs. sætte grupperne i gang, holde tidsplanen og holde ro i klassen. Når lærerne hjælper med grupperne og giver dem feedback, omhandler det typisk konkret hjælp til at lave spilleplade, spørgeskort, brikker eller hvorvidt deres spil virker i forhold til spilmekanikker, regler og mål. Der ses kun enkelte eksempler, hvor lærerne fokuserer på fagligheden eller refleksion, herunder eksemplet med lærer A, som hjælper gruppe 2 med at finde relevant faglig viden (se afsnit 6.1.3).

Det tidspunkt, hvor det faglige fokus træder mest frem, er i starten af forløbet, når designudfordringen præsenteres. I begge klasser begynder der med en generel præsentation af forløbet, efterfulgt af en fælles faglig brainstorm omkring vandets kredsløb, som lærerne skriver ned på tavlen. Brainstormen er med til at operationalisere elevernes eksisterende viden, og bringe deres forforståelse i spil⁵, og fungerer samtidig som inspiration til deres spil. Dermed lægger lærerne op til et fagligt fokus, men efter opstarten af forløbet refereres der ikke senere til denne brainstorm.

I forhold til præsentationen af forløbet og designudfordringen, er der også usikkerhed omkring forventningerne til hvordan eleverne skal arbejde med fagligheden, som ses i følgende eksempel fra videooptagelserne. Da lærer L introducerer forløbet, tager hun udgangspunkt i et udlevet materiale fra GBL21-projektet, som ligger på minuddannelse.dk. I eksemplet ser vi hvordan læreren præsenterer designudfordringen ved at læse op fra

⁵ Begrebet forforståelse har rødder i konstruktivismen, hvor eleven har en række iboende mentale modeller eller *skemaer* af fænomener, og hvor ny viden er med til at nedbryde, opbygge eller omstrukturere disse skemaer (Hermansen, 2018: 55-60)

materialet, og holder sig derved tæt op af materialets introduktion og fokus, men da hun efterfølgende udfolder det for eleverne, virker hun mere usikker.

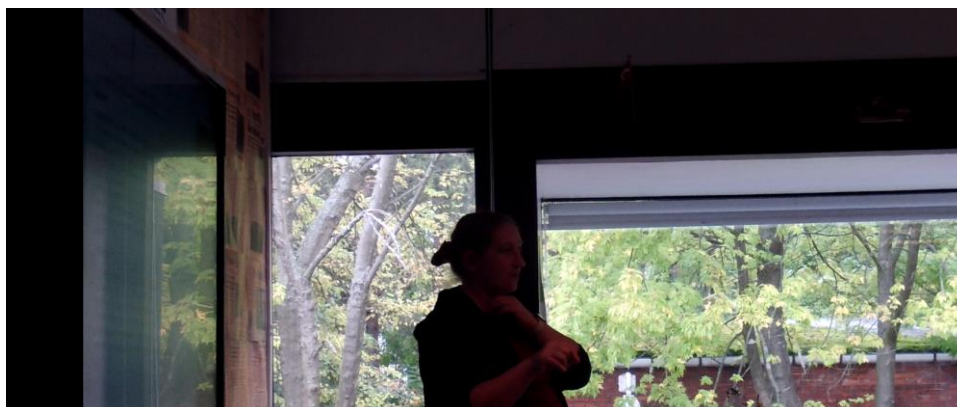


Fig. 23. Læreren gennemgår designudfordringen

Lærer L: Så i det her spil. I skal også for... dem der skal spille det, skal gøre noget. Og her mener vi ikke at man skal gøre et eller andet fysisk arbejde eller gøre noget for at redde verden eller redde det her grundvand. Her der er det at gøre noget, det kan være at tage en beslutning om den ene eller den anden ting. Og det skal man have i sit spil, fordi det er vigtigt at man har noget af de her gøre-ting... Så det er ikke nok med bare et Ludo-spil, hvor man hopper rundt om brættet og kaster noget terning, for det er ikke noget med noget vi kan gøre... så det skal være lidt mere at... at man udvikler det mere end kun at man kaster terning og flytter brikkerne. Det kan være tusindvis af ting. Det kan f.eks. være hvis man nu har en eller anden slags quiz... eller øhh, hvor man lander på en brik, så skal man trække et bestemt kort, og så er det at det er et eller andet scenarie eller et eller andet eksempel, hvor at man skal tage... øhh, stilling til noget, og man vælger den ene eller anden slags ting... hvor øhh... det kan være når det handler om vandets kredsløb, det kan være noget med rensning af vandet...

(Bilag 10, l. 47-58)

Hun tøver flere gange når hun skal forklare hvad det vil sige at 'gøre noget'. I stedet bliver det til 'at man tager en beslutning om den ene eller anden ting' og igen 'eller et eller andet eksempel, hvor at man øhh... skal tage stilling til noget, om man vælger den ene eller den anden slags ting, hvor øhh... [tøver]'. Hun virker til at have svært med at komme med konkrete eksempler, og har et usikkert kropssprog undervejs (se fig. 23). Denne usikkerhed kan tolkes som at hun ikke føler sig tryk i stoffet eller har haft fokus på det faglige produktsyn i forberedelsen af dette forløb, men hvorvidt det handler om manglende forberedelse, relation med klassen eller lærerens eget produktsyn viser data ikke. Det resulterer dog i, at designudfordringen kommer til at fremstå uklart, og ikke bliver gjort interessant og vedkommende for eleverne i overensstemmelse med Deweys principper i undersøgelsesbaserede arbejde (Brinkmann, 2016). I stedet skifter eleverne hurtigt over

til at skabe eller *frame* deres egen designudfordring, som i højere grad vægter et godt produkt, dvs. et godt, sjovt og flot spil.

En ting er, at lærerne muligvis ikke har haft en grundig nok forberedelse af forløbet og derved bliver usikre i præsentationen, men det kunne også tyde på at lærerne ikke har følt ejerskab nok over forløbet eller identificeret sig med det konkrete læringssyn i det udleverede materiale. Ud fra interviewet med lærerne kunne det tyde på, at de vægter kreativitet og innovation i produktet i deres læringssyn.

- Lærer L: *Med hensyn til designmæssige ting altså... i forhold til, at der er mange der har haft rigtig mange muligheder deroppe på tekX, der har de ikke brugt det... altså rigtig mange grupper har ikke lavet noget som har været innovativ eller kreativ eller noget. De har taget et øhh... hvad hedder det der spil, Monopoly?*
- Lærer K: *Matador*
- Lærer L: *ja, matadorspil og så har de kopieret det, og sat nogle billeder i. Hvor pigerne de var meget kreative... de to pige... altså ren pigegruppe.*
- Lærer A: *Ja, men jeg synes egentlig også Sofus, Kasper og dem. De lavede det der Risk-agtigt*
- Lærer L: *Ja de forsøgte ja.*
- Lærer A: *Ja, og så stødte de ind i en masse problemer i forhold til hvordan og hvorledes, men de har alligevel tænkt ud af boksen synes jeg*
- Lærer K: *Ja, men det er også fair nok at de ikke er endt i noget fantastisk*
- Lærer A: *ja, lige præcis, men de har alligevel lavet nogle fede ideer... at de har haft noget om noget... det har så ikke været om vandets kredsløb, men mere om oversvømmelser og betydning af vandforsyning og... hvad hedder sådan nogle... dæmninger*

(Bilag 5, lærerinterview, l. 143-157)

Lærerne kritiserer en gruppe som har kopieret en spil-idé, nemlig matador, men ændret det til at handle om vand, og fremhæver samtidig en anden gruppe, som i højere grad tænkte ud af boksen og fået fede ideer. Dette er et syn som virker til at gå igen hos de andre lærere og i undervisningen. Når der derved skabes fokus på spillets form og kvaliteten af elevernes ideer frem for indhold, vægtes designdomænet højt. Denne fokusering med til at skabe et stort produktfokus, og dermed et stort tidsforbrug på selve produktionsfasen frem for flere iterationer i forløbet. På den anden side siger lærerne også selv i citatet, at produktet ikke behøver være fantastisk, så længe eleverne har nogle fede ideer, som relaterer sig til det faglige indhold. Dette forhold har dog ikke været tydelig nok for eleverne, som især hos gruppe 2 skaber frustrationer, da de ikke oplever tydelige krav til forløbet (se afsnit 6.2.2).

Delkonklusion

Dermed viser undersøgelsen i dette deltema, at forløbet kræver en grundig og bevidst forberedelse, samt at der må stilles tydelige faglige krav og succeskriterier for at skabe et

fagligt fokus i elevernes undersøgelsesproces, men at både elever og lærere har en tendens til at blive optagede af produktet, designprocessen og de mere kreative kompetencer.

Først og fremmest bliver et åbenlyst problem, at arbejdet med prototypen tager så meget tid, at eleverne ikke når at lave flere iterationer af processen, og dermed heller ikke får arbejdet med test og feedback før til allersidst, uden mulighed for at nå at lave tilretninger. Samtidig går meget af tiden i designdomænet med at designe spillepladen og producere brikker uden koblinger til fagdomænet. Dog viser elevernes engagement i produktet igennem bl.a. fokus på detaljer, sammenhæng mellem form og indhold, at spil som designobjekt kan fordre faglig fordybelse og refleksion, hvis dette understøttes.

6.3 Tema 3: Lærernes og elevernes oplevelser af strukturen

Det sidste tema omhandler, hvilke muligheder og udfordringer forløbets strukturering har givet, samt hvordan det har påvirket elevernes faglige arbejde. Dette med henblik på, at undersøge og forstå dynamikker i designprocessen, og komme med et kritisk blik på, hvilke tilgange til forløbet resulterer i flere muligheder for faglig udfoldelse, og dermed svare på undersøgelsesspørgsmål 3 *Hvad betyder strukturen i designtænkning for elevernes faglige arbejde og designprocesser?* I dette tema fokuseres der ikke så meget på domæneteorien, men i stedet designtænkning som undersøgelsesbaseret arbejdsform og pædagogisk tilgang. Temaets tese er, at designtænkning som didaktisk tilgang og herunder fasemodellen ikke behøver være en streng struktur, for at eleverne gennemfører en designproces, men at konkrete metoder og værktøjer i højere grad anvendes af eleverne til at reflektere og drive processen fremad. Temaet er inddelt i tre undertemaer; *Designtænkning som struktur*, *Metoder som struktur* og *"Man kan mærke når det går i koks"*.

6.3.1 Designtænkning som struktur

Det første undertema kigger på forløbets generelle struktur og hvordan designtænkning og fasemodellen er blevet brugt som ramme om forløbet, samt hvilken indvirkning det har haft på elevernes arbejdsprocesser.

Generelt har forløbet haft en meget åben og løs struktur. Lærerne har brugt designtænkningens faser, som en løs ramme for undervisningen. Undervisningen indledes typisk ved, at læreren danner overblik over, hvor i processen eleverne er henne i forhold til den tidsplan lærerne har lagt forud for forløbet, men eleverne følger kun denne plan minimalt og arbejder i deres eget tempo. I interviewet med gruppe 1, hvor jeg spørger ind til hvorvidt de har brugt fasemodellen, svarer gruppen:

Elev M:	<i>Altså vi har ikke sådan kigget på den hver gang, vi har gjort det ligesom i vores eget tempo.</i>
Elev S:	<i>Jeg synes faktisk vi har gjort det sådan nogenlunde i den rækkefølge, vi har bare ikke kigget på den.</i>
Interviewer:	<i>I har bare ikke kigget på den?</i>

Elev M: Vi har ikke tænkt over at vi har gjort det, vi har bare gjort det.

(Bilag 3, l. 324-328)

Dette tyder på at lærerne ikke har været bevidste om forløbets struktur, eller i hvert ikke aktivt har understøttet det, men mere benyttet en 'afslappet' tilgang. Dette kan naturligvis ses som en fordel, og en måde for eleverne at arbejde selvstændigt og meningsfyldt, samt gøre sig egne erfaringer i både gruppearbejdet og processen i overensstemmelse med Deweys principper om projektarbejdet (Brinkmann, 2016). På den anden side risikeres designtæknings metoder at udvandes, såsom den reflekterede iteration af prototyper eller analyse af brugerens behov (Scheer et al., 2012). Scheer argumenterer netop for at Deweys tilgang til undervisning er for kaotisk og ukonkret i dens metoder, og præsenterer selv designtænkning som en undervisningsmetode, der tilbyder mere struktur og træner konstruktivistiske færdigheder hos eleven (Scheer et al., 2012)

Netop det lettere kaotiske er et kendetegn hos eleverne. De er typisk ikke bevidste om hvilken fase de befinder sig i, men skifter uden videre mellem de forskellige faser, afhængigt af hvilket behov deres designproces opstiller. Nogle gange er de undersøgende, andre gange finder de på nye ideer, nogle gange ændrer de på prototypen osv.

Et enkelt modeksempel er da Lærer K på et tidspunkt sidst på førstedagen, inddrager fasemodellen (se fig. 2) som refleksionsværktøj. Læreren er i gang med at gennemgå hvad man kan gøre, hvis man er gået i stå, eller har tid til at udvikle mere på sit spil. Her refererer han til fasemodellen, og fremhæver at den bruges som stillads undervejs i forløbet, samt opfordrer eleverne til at bruge modellen til at stille sig selv spørgsmål om deres proces.



Fig. 24. Videoklip af Lærer K som refererer til fasemodellen.

Lærer K: Man kan også kigge på den her med designtænkningen, som jo er den... kan man sige... det stillads vi lidt arbejder ud fra [peger på fasemodellen som hænger i klassen]... Øhh, hvad er det for nogen udfordringer man står med, øhh... [henvender sig igen ud til eleverne] hvad er problemet? Er det sådan

selve idebehandlingen, at man ikke kan vælge nogle ting ud? Er det fordi man har øhh... man har måske nogle udfordringer i forhold til elementer i spillet? Eller hvad er problemet?

(Bilag 9, l. 25-29)

Det er en interessant tilgang til at bruge fasemodellen. I stedet for at lade den være en skabelon for strukturen, kan eleverne bruge den til at reflektere over og analysere deres egen designproces. Denne tilgang lægger dermed op til en øget refleksion-over-handling, hvor eleverne altså bevidst træder et skridt tilbage og stiller spørgsmål til sig selv. Jeg ser dog ikke nogen af eleverne tage det til sig, men de arbejder blot videre, hvor de var kommet til. Når man alligevel til dels godt kan genkende faserne i elevernes arbejde, handler det formentlig mere om, at faserne er generelle og brede nok, til at indbefatte en stor del af elevernes designprocesser. Derudover fortæller lærerne, at de har erfaring med at arbejde med design og innovation i undervisningen fra tidligere forløb.

Lærer L: altså... brainstorm, udvikle nogen ideer, og så prøve det af og så gå tilbage og se... det er jo lidt innovationstankegangen, som vi har arbejdet ret meget med. Så på den måde, så synes jeg at jeg er meget godt med, eller klædt på til det.

(Bilag 5, l. 300-302)

Lærerne og eleverne har tidligere arbejdet mere fokuseret med designprocesser, og derfor trækker på den erfaring de har derfra, i stedet for at arbejde med en ny model.

Gruppe 1 gennemfører da også forløbet og ender med et færdigt produkt. Fasemodellen er, ligesom modellen af Schön's designproces (se fig. 11), cirkulær og iterativ, hvilket betyder at gruppens skift mellem de forskellige faser, ikke er i modstrid med designtænkning. Når jeg alligevel forholder mig kritisk (se afsnit 6.1.1), er det i forhold til hvorvidt gruppen lever op til sit potentiale og får inddraget det faglige. Som jeg har argumenteret for tidligere, mener jeg at gruppe 1 kunne have haft mere faglig dybde i deres proces og produkt. Med udgangspunkt i strukturen, har denne gruppe haft en proces, der virker lettere tilfældig, hvor de har brugt metoder forbundet med designtænkning og innovation, f.eks. brainstorm, men uden en refleksion-i-handling over deres valg og arbejdsproces.

6.3.2 Metoder som struktur

Som nævnt i forrige afsnit, så var det svært at genkende den overordnede struktur fra designtænkningen, men eleverne var både bekendte med og brugte forskellige metoder, som også kan forbindes med designtænkning. I dette undertema undersøges det hvordan disse metoder bringer fagligheden i spil.

Udover en løs ramme om selve forløbet, har undervisningen også været præget af mere elevstyring end lærerstyring. Lærerne har præsenteret forløbet indledende, samt lavet et afsæt i en fælles brainstorm omkring vandets kredsløb og forskellige spiltyper som eleverne kender til. Herefter har eleverne været selvstyrende i deres designprocesser, hvor

lærerne har fungeret som vejledere og sparringspartnere, samt klasserumsledere til at skabe rolige arbejdsrammer. Eleverne har selv fået lov til at vælge grupper, styrer selv deres arbejdsprocesser og vælger selv hvordan de tolker emnet.

Gruppe 1

Denne åbenhed modtages forskelligt af eleverne. Hos gruppe 1 er de glade for åbenheden.

- Interviewer:* Så I er mest til den her frie tilgang? Og, som jeg hører jer sige, fordi man sådan lidt mere selv kan bestemme, hvad man vil lave... i forhold til spillet tænker I? Altså at man selv kan bestemme hvad for et spil man vil lave?
- Elev S:* ja, det var meget fedt selv at bestemme.
- Elev M:* Men det var også i forhold til, at man selv kan bestemme hvordan man vil arbejde.
- Elev P:* Også hvor meget man laver hver gang... Ja fordi i Hungry Higgs der var det sådan "Det her skal vi have lavet til det, det her skal vi have lavet til det, og sådan ja..."

(Bilag 3, l. 379-385)

De foretrækker frihedsgraden, hvilket virker til at passe godt til denne gruppe. De blev hurtigt enige om den "den gode ide", har haft en tydelig arbejdsfordeling, og har generelt udvist høj arbejdsmoral. Selvom gruppen ikke har arbejdet bevidst efter en overordnet struktur som fasemodellen, og har skiftes mere eller mindre tilfældigt mellem faserne, har de alligevel skabt struktur i forløbet gennem arbejdsformer der passer dem. De vælger f.eks. at starte deres proces med en brainstorm, hvor de skriver og tegner hver deres ideer individuelt ned på et papir (se fig. 25).



Fig. 25 Gruppen laver individuel brainstorm.

Herefter skiftes de i gruppen til at fortælle om deres ideer, men de andre lytter opmærksomt (se fig. 26)



Fig. 26. Gruppen deler deres ideer.

Gruppen snakker om deres ideer, sammenligner dem og vælger hvad de vil arbejde videre med, inden de endnu en gang tegner på hvert deres papir, men mere detaljeret og konkret.



Fig. 27. Gruppen tegner hver deres løsningsforslag.

Gruppens tilgang med at opdele brainstormen, diskutere den og derefter skitsere, sikrer at de får arbejdet med både den divergerende og konvergerende del af designprocessen. Hvis man sammenligner med Schön's designproces (fig. 11), så *udforsker* de opgaven og *vurderer* deres ideer, hvilket fører dem til næste beslutning. Samtidig tvinger det gruppen til at benytte sig af refleksion-i-handling, da de ikke kan gå videre, før de har besluttet, hvilken ide de vil bruge. Det at de benytter sig af denne metode eller struktur, frem for bare at "kaste sig ud i det", betyder altså at de får arbejdet mere reflekteret med deres designproces.

På trods af denne reflekterende tilgang i startprocessen, virker gruppen ikke til at have forholdt sig særlig kritisk til deres eget spil efter de først er gået i gang med prototypen. I interviewet ses det ved at gruppen har svært ved at argumentere for deres spil.

Interviewer:	<i>Men man kan jo sige, at I har valgt nogle ting til og nogle ting fra. Er det noget I har tænkt over, hvorfor I valgte lige de her ting?</i>
Elev S:	<i>Det var sådan det vigtigste tænker jeg...</i>
Elev P:	<i>Ja og det... altså det var det vi kom i tanker om, og så blev vi enige... og så fandt vi ud af, ej kan vi ikke gøre det... men så var vi sådan, der var ikke plads, fordi... alle var ikke enige og sådan noget.</i>
Interviewer:	<i>Det var også for at det skulle kunne være på en spilleplade?</i>
Alle:	<i>Ja</i>
Interviewer:	<i>Jeg synes jo for eksempel at det er sjovt, at I har et rensningsanlæg med, fordi det er jo ikke en del af det naturlige kredsløb, kan man sige. Hvorfor valgte I at have det med?</i>
Elev P:	<i>Jeg tror fordi, at det kunne være sjovere for spillet... at sådan, ej nu skal jeg hen til rensningsanlægget og så... så var man allerede færdig.</i>

(Bilag 3, l. 154-164)

I eksemplet her spørger jeg ind til, hvorfor gruppen valgte forskellige elementer i spillet til eller fra. I første omgang kommer gruppen ikke med et konkret svar på det, andet end at det var det, som de blev enige om. Da jeg spørger ind til rensningsanlægget, svarer de primært ud fra et spillemæssigt perspektiv, hvor rensningsanlægget fungerer som en forhindring, der gør spillet mere sjovt, men gruppen svarer ikke i forhold til hvordan det relaterer sig til det naturlige kredsløb.

En kritisk refleksion over deres designvalg kunne have medført flere koblinger mellem domænerne, da det enten kunne have ført til flere og nye ideer, eller tvunget gruppen til at tjekke hvordan deres spilelementer forholder sig til virkeligheden. Dermed fungerer brainstorm fint for gruppen til at drive designprocessen fremad, men da de ikke udnytter potentialet i denne metode på egen hånd, kræver det tydeligere stilladsering eller rammesætning fra lærerens side af.

Gruppe 2

Modsæt gruppe 1 har gruppe 2 været mere kritiske overfor den store grad af elevstyring. Gruppen har undervejs i processen flere perioder, hvor de går i stå, og laver andre ting. Gruppen mener også selv, at de har arbejdet for lidt og haft svært ved at tage sig sammen

Elev V:	<i>[...]og så lidt, man ender med at have en pissegod ide til at starte med, men så fordi enten bliver vi pisse forstyrret, der er sådan meget der går igennem hovedet og man skal hele tiden ordne et eller andet, og så når man er delt op i grupper, så er der en der skal stå for at gøre det, og så skal man stole på at de gider gøre noget, og hvis så den ikke tager sig sammen til at gøre noget[...]</i>
---------	--

(Bilag 4, l. 65-68)

Men det kan også være tegn på, at de har haft svært ved at overskue den meget åbne proces. Da læreren er henne og snakke med gruppen på anden-dagen, diskuterer den ene elev med læreren, om at de ikke har fået mere undervisning forud for forløbet.



Fig. 28. Videoklip af gruppe 2 der diskuterer forløbets struktur

- Elev V: Men det er fordi det er så (kan ikke høres)... Du har... I har sagt til os at 'I skal lave et spil, og så skal I bare gøre det med vand, og det skal bare være'... og vi har ikke fået noget **[Kigger lidt rundt og lægger hovedet på bordet]**
- Lærer A: Hvad er det for en forklaring du tænker du mangler? **[Bevæger sig hen foran eleven]**
- Elev V: Vi har ikke sådan noget... Det er ikke... Jeg synes det er bare åbent. Det er bare sådan (Kan ikke høres)

(Bilag 8, l. 19-24)

Han mener ikke at de har lært noget, eller er blevet forberedt godt nok til forløbet. Læreren prøver at komme gruppen i møde, ved at gå hen foran dem og spørge ind til hvad der mangler, men eleven virker opgivende, og ingen i gruppen kan svare på lærerens spørgsmål. Dette kan opfattes som, at gruppen ikke har tilstrækkeligt overblik over forløbet selv, og forventer at læreren styrer processen mere. Modsat udtaler den pågældende lærer i interviewet, at hun mente at det var elevernes eget ansvar at søge viden, men at de var modvillige herfor.

- Lærer A: de var også ret hurtige til at sige "Ej, men I har ikke lært os noget fagligt indhold, så vi kan ikke lave et spil"
- Lærer L: Ja de var meget afvisende overfor... så når man kom til dem har de været meget lukket, for at man ligesom kunne hjælpe dem med det faglige

(Bilag 5, l. 201-204)

Der er altså tydeligvis forskellige forventninger til arbejdsprocessen hos læreren og eleverne, og en forventningsafstemning forud for forløbet, kunne have italesat denne problematik tidligere, så læreren havde bedre mulighed for at handle på det. Gruppen udtaler også at de foretrak den mere lukkede struktur i et andet GBL21-forløb de har gennemført, nemlig et matematik-forløb hvor eleverne skulle re-designe spillet Hungry

Higgs, og fremhæver særligt en række arbejds- og analyseopgaver af spillet i forbindelse arbejdet, inden de skulle ændre på spillet. Det tyder på at tilgangen i det GBL21-forløb gav mere struktur for gruppen, hvor de ikke i lige så høj grad forventes at styre hele designprocessen selv, men det kræver en nærmere undersøgelse, som ligger udenfor dette speciales rammer. Det er dog interessant at se, at denne gruppe i det åbne forløb om vandets kredsløb, på eget initiativ vælger et eksisterende spil at re-designe, ligesom i matematikforløbet. Hvorvidt dette er en tilfældighed eller et tegn på at gruppen benytter erfaringen fra det andet forløb, til at skabe struktur i deres eget, siger data dog ikke noget om.

6.3.3 ”Man kan mærke når det går i koks”

I dette sidste undertema undersøges en interessant indsigt på baggrund af en elevs udtalelse i interviewet, som relaterer sig til mere utalte processer og karakteristikker ved forløbet end konkret struktur og metoder, samt elevernes og lærernes forventninger til hinanden.

Eksemplet omhandler graden af åbenhed i selve emnet. Både lærerne og begge grupper udtaler sig om, hvordan det brede emne har givet udfordringer. En del af hvordan emnet operationaliseres i grupperne, virker til at handle om hvordan det italesættes. I følgende udtalelse peger en elev på, hvordan emnet og hvordan det præsenteres, kan være styrende for hele den efterfølgende arbejdsproces.

Elev V: Ja, men jeg synes jeg kunne mærke helt fra starten at det her det ender med at gå i koks. Der er nogle emner hvor du bare kan mærke at... der er nogle hvor det bare er striks og sådan ikke, hvor det er virkelig bare, det her, det ved man at det kommer til at virke og sådan noget ikke... men der er også bare nogle emner, hvor man kan mærke fra starten af, hvor det bare går i koks fra starten.

(Bilag 4, l. 301-304)

Eleven taler om at han kan ’mærke’ at forløbet ville gå i koks, og sammenligner det med andre mere ’striks’ emner, hvor ’det ved man at det kommer til at virke’. Den måde forløbet er struktureret og italesat, påvirker altså elevens forventninger. Ud fra Schön’s teorier om designprocessen, kan det siges at der ikke sker en italesættelse af forløbets *frame* (Schön, 2006). Eleverne forventes at indlede en undersøgelsesfase, hvor de udforsker og vurderer emnet, men uden at vide eller forstå på hvilket grundlag. Som tidligere beskrevet foretager gruppen deres egen *framing* af emnet med udgangspunkt i spildomænet, men dette foregår ikke som en bevidst refleksion-i-handling.

Det tyder på at lærerne må være bevidste om hvordan forløbet præsenteres, samt hvilke forventninger de stiller til eleverne. Fra interviewet med lærerne, ses noget om hvilke forventninger lærerne selv havde til eleverne, samt hvordan emnet kan påvirke det faglige udbytte.

Elev L: *men altså nu har jeg spillet det næste spil vi skal... det der med fiskeri, da vi var på kursus... og det giver mere mening, fordi det er et spil der kræver nogle faglige refleksioner, før man kan tage de beslutninger. Det skal de spille det spil først, lidt ligesom med matematikkonceptet, hvor de spiller et spil og så skal de lave om på det. Her er det en meget, meget åbent og bredt emne... vælge et spil som man måske kender, og så lave det om, så indholdet handler om det her, og I skal kunne forklare det til... Jeg tror virkelig det har været for stor en opgave for syvende klasse*

(Bilag 5, l. 218-223)

Læreren siger altså, at emnet har været meget bredt og dermed for svært for elever i syvende klasse. Sammenholdt med gruppe 2's opfattelse af en manglende *framing*, kan det være et tegn på at lærerne indledningsvist havde forventet, at eleverne selv kunne fortolke og styre deres designproces, men at dette har været for stor en opgave for eleverne.

Det tyder på, at emnet ikke har været virkelighedsnært og konkret nok for eleverne, og derfor ikke har givet dem inspiration til at indlede en undersøgelsesfase. Som lærer L siger, så føler hun det giver mere mening at tage udgangspunkt i et spil, der kræver faglige refleksioner. Denne rammesætning eller *framing* af forløbet, kan fungere som inspiration til en divergerende fase, hvor eleverne på baggrund af undren eller frustrationer undersøger spildomænet eller fagdomænet grundigere, inden de bevæger sig over i designdomænet.

Pointen er dog ikke, at kun snævre og tydelige emner egner sig til et spilbaseret designforløb, men nærmere, at et bredt emne kan virke uoverskueligt for nogle elever, og kræver en stor undersøgelsesfase med fokus på at afdække emnets indhold og faglige begreber, som fungerer som inspiration og *framing* for elevernes designprocesser.

Delkonklusion

Den store grad af åbenhed og elevstyring i forløbet, virker til at udfordre både elever og lærere i forhold til at rammesætte processen og skabe et fagligt fokus. Både gruppe 1 og 2, opnår ikke deres potentiale, hvor gruppe 1 ikke bliver fagligt udfordret på deres designvalg og gruppe 2 ikke formår at styre deres egen arbejdsproces.

Den løse struktur giver på den ene side plads til stor fleksibilitet i grupperne og deres arbejdsprocesser, men på den anden side bliver de låst af processen, hvor emnet og rollerne er utydelige for både elever og lærere. Den store grad af elevstyring betyder at grupperne ikke får arbejdet reflekteret med designtænkning, og når f.eks. ikke flere iterationer af produktet. Et bredt emne åbner op for mange fortolkningsmuligheder og en stor divergerende fase i processen, men kræver fastholdelse fra lærerens side af. Derfor tyder det på at designtænkning i undervisningen kræver en større grad af lærerstyring og rammesætning for at inddrage fagdomænet mere, ved bl.a. at præsentere et mere lukket emne og konkrete opgaver i forhold til det faglige arbejde, samt metoder og værktøjer i forhold til designprocessen.

7 Diskussion af resultater

I dette afsnit vil jeg samle op på de væsentlige resultater og diskutere udvalgte emner i forbindelse med brug af GBL21-forløb i naturfagsundervisningen, med henblik på at udvikle konkrete og handlingsorienterede designprincipper. Diskussionen vil fokusere på de situationer, hvor der er sket koblinger mellem design-, spil- og fagdomæne. Designprincipperne tager udgangspunkt i hvert af de tre analysetemaer, og giver konkrete og handlingsorienterede retningslinjer for læreren til både sin planlægning, ageren og betoning i et designorienteret undervisningsforløb.

7.1 Sammenfatning af analysens resultater

GBL21-forløbene er blevet udviklet som et forsøg på at afprøve designtænkning og spildesign i den almene undervisning i dansk, matematik og naturfag i den danske folkeskole. Dette for at undersøge designtænkningens og spildesigns potentiale i forhold til at udvikle elevernes faglige motivation og deres designkompetencer, herunder samarbejde, planlægning, kreativ idéudvikling og modellering. Da interventionen først afsluttes i slutningen af 2020, er det for tidligt at udtale sig om effekten af forløbene på elevernes faglighed. Til gengæld giver specialet indsigt i de konkrete muligheder og udfordringer, som der *kan* opstå i gennemførelsen et GBL21-forløb.

I analysen gennemgik jeg tre udvalgte temaer, på baggrund af indledende analyse og kodning af observationer og interviews. Disse temaer fokuserede på elevernes faglige arbejde og hvordan forskellige forhold som struktur, prioritering og overgange mellem faglige domæner, påvirker elevernes naturfaglighed. Her pegede resultaterne både på en række potentialer, men også mange udfordringer med at understøtte elevernes faglighed.

Analysens vigtigste resultat er at beskrive og forstå de opståede muligheder, hvor eleven kan sammenkoble det praktiske og designorienterede arbejde med fagligt indhold og kompetencer i naturfagsundervisningen. Analysetemaerne viser, hvordan elevernes reflekterede valg i designprocessen og arbejde med konkrete spilmodeller, samt øget bevidsthed om faglige domæner, understøtter det faglige arbejde i kraft af at igangsætte undersøgelses- og modelleringsprocesser. Det er således i elevernes konkrete designprocesser og arbejde med materialet, at der opstår de bedste muligheder for faglige koblinger og ikke i den overordnede undervisningsplanlægning. Samtidig viser analysen dog også, at denne reflekterede tilgang kun foregår i begrænset omfang, og at både lærere og elever har svært ved at holde det faglige fokus i forløbene. Processen og spillene tager meget fokus i undervisningen og det er svært at strukturere de faglige processer, som bliver tilsidesat til fordel for designprocessen.

I forskningsgennemgangen (se afsnit 2) fremgik det at TED-undervisning (Technology, Engineering og Design) i naturfagene har problemer med at sammenkoble denne form for forløb med den almene undervisning og tilgodese både designkompetencerne og faglige kompetencer (Nielsen et al., 2017). Dette ses også i denne analyses resultater, men

samtidig viser analysen nogle potentialer for mere kobling mellem designprocesser og fagligt arbejde, og hvor læreren skal lægge sit fokus i forberedelsen og udførelsen af TED-baseret undervisning, hvilket udmunder i følgende konkrete designprincipper.

7.2 Designprincipper

Her præsenteres de designprincipper, som er udviklet på baggrund af analysen, med tilhørende argumentation (jf. Baumgartner & Bell, 2002). Der er fokus på at de skal være handlingsorienterede og med grobund i både data og teori. Hvert designprincip knytter sig til et deltema og dets vigtigste resultat. På baggrund herop opstilles et spørgsmål for hvert designprincip, så fokuserer på et handlingsorienteret element af resultatet. Igennem diskussion af disse spørgsmål, argumenterer jeg hermed for designprincipperne.

7.2.1 Designprincip 1 - Balancen mellem fagdomænerne

I første deltema blev der kigget på, hvornår eleverne arbejdede fagligt i forløb, og hvad der førte til det med henblik på at svare på spørgsmålet:

"Hvordan kommer elevernes naturfaglighed i spil i et designorienteret forløb?"

Her pegede analysen på at fagligheden, især undersøgelses- og modelleringskompetencen kom i anvendelse, når eleverne skulle forholde sig til sammenhængen mellem deres designvalg i spillene og det faglige indhold, og dermed sammenkoble spil-, design- og fagdomæne. Samtidig viste analysen at dette kun foregik i svag grad. Derfor rejser det spørgsmålet om:

"Hvordan kan man som lærer arbejde med at sammenkoble domænerne?"

I analysen så vi et eksempel på, hvordan en lærer hjalp den ene gruppe (se afsnit 6.1.3). Her satte læreren sig ned hos gruppen og stillede spørgsmål ind til deres spil. Først er gruppen modvillige til at svare på lærerens spørgsmål og virker frustrerede, men bløder efterhånden lidt op og går efterfølgende i gang med at undersøge nogle faglige pointer omkring rensning af vand. Det karakteristiske ved den måde som læreren stiller spørgsmål på er, at hendes spørgsmål er meget åbne og handler mere om at forstå gruppens spil end at stille faglige spørgsmål. Det andet kendetegn ved lærerens tilgang er, at hun tager udgangspunkt i det domæne eleverne befinder sig i. Det fremgår ikke, om dette er en bevidst strategi fra læreren, som ikke kender til domænemodellen, men som analysen viser, har det en positiv effekt på elevernes videre undersøgelsesproces. Læreren spørger ind til spillet og 'meningen' med det, for at forstå spillet på elevernes præmisser og får dermed eleverne til at reflektere over det essentielle i spillet. Til sidst foreslår læreren handletiltag 'kunne man gøre sådan her?', på baggrund af hendes forståelse af gruppens spil, samtidig med at hun putter nogle faglige begreber på elevernes overvejelser såsom vandrensning og spildevand.

På baggrund af denne del af analysen kan det siges, at måden som læreren spørger ind på, kan støtte elevernes faglige arbejde. Samtidig foreslår jeg at bruge domænemodellen som et *framework* for lærerens dialog med eleverne, som kan være med til at skabe mere fokus på de forskellige fagdomæner. Dette udmunder i følgende designprincip for lærerens stilladsering undervejs i gruppernes selvstændige arbejdsprocesser, som understøtter koblinger mellem fagdomænerne:

Læreren må stille åbne spørgsmål på baggrund af elevernes domænepositioner, med henblik på at søge forståelse, foreslå handletiltag og støtte sammenkobling mellem spil-, design- og fagdomæne.

Læreren må altså tage udgangspunkt i hvilket domæne eleverne primært befinder sig i. Er de meget spilfokuserede, stilles der spørgsmål ind til deres tanker om spillet og hvordan det kobler sig til det faglige indhold i forløbet, evt. med udgangspunkt i en spilmodel (f.eks. Deterding, 2015). Er eleverne meget optagede af designprocessen, kan der stilles spørgsmål ind til forskellige ideer hos eleverne og hvordan de forskellige ideer kan bruges til at løse designudfordringen. Dermed er det ikke nødvendigt med en konkret tilgang i undervisningen, f.eks. gennem et stort fokus på fagdomænet, så længe læreren følger dette designprincip. Dette da analysen har vist, at det er muligt at skabe faglige koblinger og at eleverne arbejder med både undersøgelses- og modelleringsprocesser, lige meget om de har et stort fokus på spil-, design- eller fagdomænet.

7.2.2 Designprincip 2 - Elevernes og lærernes prioriteringer mellem proces og produkt

I det andet deltema blev følgende spørgsmål undersøgt:

Hvilken betydning har spil som designobjekt for elevernes undersøgelsesproces?

Her viste det sig hurtigt, at spillet tager stort fokus fra både det faglige arbejde og muligheden for at følge faserne i designtænkningstilgangen (jf. fasemodellen afsnit 1.3). Dette betød blandt andet at forløbet mistede noget af sit kendetegn, da eleverne hverken fik arbejdet iterativt, brugercentreret eller lavede tests. Det betød også at eleverne blev meget knyttede til deres produkter og var modvillige overfor at lave ændringer eller modtage feedback på deres spil. Lærerne udviste også et stort fokus på elevernes produkter, og tillagde kreative og innovative elementer i spillene høj værdi, hvorimod det faglige trådte i baggrunden.

Dog havde fordybelsen i spillene også nogle positive virkninger i forhold til elevernes faglige arbejde. Ved at være meget detaljeorienterede, fordrede spillet for den ene gruppe, at de ofte sammenholdt spillepladen med en model for vandets kredsløb, og dermed fik arbejdet grundigt med denne model. For den anden gruppe betød et stort engagement i

spillet, at de i høj grad forholdt sig kritisk til kravene til spillet, og dermed forholdt sig til overgangen mellem fagdomæne og spildomæne.

For at undgå et stort produktfokus og samtidig understøtte de faglige processer hos eleverne, stilles følgende spørgsmål for andet designprincip:

Hvordan kan der skabes mere fokus på processen fremfor produktet?

Udfordringen er at undgå dette entydige fokus på produkterne hos både eleverne og lærerne. En del af problematikken kan siges at være en stor tilknytning til produkterne, hvilket ses i data ved at eleverne er modvillige overfor at skulle ændre på deres produkter. De er allerede langt i deres processer og anskuer spillene som færdige produkter frem for midlertidige prototyper. I relation til Visscher og Fisscher's model af designprocessen (se fig. 11) kan det tolkes som, at eleverne har en overvægt af konvergerende tænkning, hvor de afgrænser og zoomer ind på deres produkt, og dermed mangler divergerende tænkning, hvor de udfolder og udforsker forskellige ideer. Ifølge Schön sker denne vekselvirkning mellem divergerende og konvergerende tænkning gennem 'feedback loops' (Visscher & Fisscher, 2009), hvor den lærende *re-framer* deres produkt på baggrund af modstand fra praksis. Eleven er nødt til at møde denne modstand gennem erfaringer, hvor der opstår en disharmoni mellem det vi forestiller os og det der faktisk sker. Det er igennem mødet med virkeligheden, og elevens autentiske oplevelser af succes og fiasko, at de inspireres til en omstrukturering af deres viden eller ændringer i deres produkter. Et stort problem i det konkrete forløb er, at eleverne ikke får arbejdet med test eller feedback, da dette er indlagt i den sidste fase i fasemodellen, som klassen ikke når at gennemføre. Men her vil jeg argumentere for at det på dette tidspunkt er for sent, da eleverne allerede har lavet "færdige" produkter på dette tidspunkt og ikke midlertidige prototyper. Dette taler ind i hvordan fasemodellen bruges til at danne struktur omkring forløbet, som jeg vil diskutere nærmere i forbindelse med det sidste designprincip, men jeg mener også dette kan undgås, ved at indbygge feedback-sessioner undervejs i processen, hvor eleverne arbejder med testfasen og får feedback på deres ideer og tidlige prototyper. Fasemodellen bliver dermed brugt som en mere cyklisk model, hvor faserne gentages flere gange (ikke nødvendigvis i bestemt rækkefølge) fremfor lineær. Dette understøtter dermed princippet om at designtænkning er en iterativ arbejdsform.

Læreren må opfordre eleverne til at lave midlertidige prototyper som der gives feedback på, for at undgå et stort produktfokus, samt fremme faglige refleksioner over designet.

Dette kan gøres på mange måder og hvor der kan være stor inspiration at finde i kreative og innovative metoder eller feedbackmodeller, som kan indarbejdes i det udleverede materiale fra GBL21.

7.2.3 Designprincip 3 - Lærernes og elevernes oplevelser af strukturen

I det sidste deltema blev der kigget nærmere på strukturen af forløbet med henblik på at vurdere det, samt undersøge spørgsmålet:

Hvordan kan designtænkning bruges i et fagligt forløb i naturfagene?

I analysen så vi hvordan forløbet var karakteriseret af en meget åben struktur, og designtænkningens principper og faser kun i meget lav grad blev efterfulgt. Dette kan både sige noget om lærernes adaption af forløbet, men det siger måske mere om den måde der arbejdes på i kreative processer, som kan være svært at rammesætte og styre. Designprocessen er sjældent en lineær proces, men i stedet cyklisk hvor eleven eller designeren skifter mellem forskellige faser og mellem konvergerende og divergerende tænkning. En test af produktet kan således inspirere til en ny undersøgelsesfase, ligesom produktionen af prototypen muligvis støder ind i forhindringer, som tvinger designeren ud i en ny idefase.

Eftersom forløbet i sin planlægning er tilrettelagt efter fasemodellen således, at eleverne var tiltænkt at følge den lineært (se afsnit 5.1), kan det være med til at forklare nogle af de problemer, som forløbet har haft i forhold til strukturen. Dette taler for en mere løs tilrettelæggelse ud fra fasemodellen, hvor der er plads til flere skift mellem faserne. Dog kritiserer jeg også den løse struktur i analysen, og argumenterer for eleverne mangler kritisk refleksion over deres designprocesser, som i stedet bliver lettere tilfældigt. Forskellen ligger dog i lærernes og elevernes bevidsthed og forventning til forløbet. Forventes et lineært forløb, som ikke kan efterleves, er der større chance for at der opstår forvirring og frustrationer. Analysens resultater peger derfor på den ene side på at have en mere lærerstyret tilgang i forløbet, men denne løsning tager ikke højde for at elevernes kreative processer i sin natur er svære at styre. På den anden side kan der derfor argumenteres for en åben struktur, som imødekommer dette, men som kan resultere i forvirring, stort tidsforbrug og stort fokus på produkt frem for proces.

Spørgsmålet til designprincip 3 bliver derfor:

Hvordan kan forløbet stilladseres så der er en klar struktur, men hvor der er plads til elevernes cykliske designprocesser?

Dette er i sig selv et modstridende spørgsmål, som jeg ikke forsøger at give et fyldestgørende svar på. Dog mener jeg analysen kan give et bud på, hvordan der kan skabes mere struktur, men som samtidig er fleksibel. Her vil jeg foreslå en løsning, som er baseret på empirien og som understøtter elevernes refleksion-i-handling. Fremfor at bruge fasemodellen som en struktur for forløbet, foreslås det i stedet at bruge den som et analyseværktøj. Dette tager udgangspunkt i eksemplet fra lærer K (se afsnit 6.1.3), som bruger fasemodellen som skabelon for eleverne, til at stille spørgsmål til sig selv. Eleverne kan således bruge modellen til at gå ind og analysere deres egen proces. Dette kan foregå både formelt gennem en lærerstyret tilgang og med eventuel dokumentation, eller mere uformelt gennem eleverne eget samarbejde. Det vigtige er at eleverne bruger modellen til

at stille spørgsmål til sig selv, som får dem til at tænke kritisk over deres arbejdsproces, 'Havde vi ideer nok i idefasen?', 'Hvad var vores kriterier for afgrænsning?', 'Hvad vil vi gerne have ud af vores test?'.

Dette skaber i sig selv ikke en klar struktur, men er med til at opstille forventningerne til forløbet. Lærerne kan præsentere modellen og tale om de forskellige faser, men samtidig italesætte designtænkningens cykliske natur. Fasemodellen ses således som en forståelsesramme om elevernes designprocesser og ikke som et planlægningsværktøj for et designtækningsforløb.

Underviseren bør bruge fasemodellen for designtænkning som analyseværktøj gennem reflekterende spørgsmål fremfor som planlægningsværktøj.

Dette undgår dog ikke nødvendigvis problematikken omkring et stort tidsforbrug eller usikkerhed hos lærerne i forhold adaptionen af forløbet. Det kan stadig kræve flere tiltag i form af mere lærerstyring, men eftersom data ikke viser denne tilgang, kan det ikke siges med sikkerhed, at dette ville være bedre som modsvar på den meget elevstyrede tilgang i dette forløb.

7.3 Kritik af forløbet

Udover at præsentere disse designprincipper, har undersøgelsen vist nogle problemstillinger i forløbet, hvor forløbet ikke lever op til sit eget potentiale både i forhold til det faglige indhold og designtænkning som metode.

Først og fremmest peger analysens resultater kun på de faglige *potentialer*, altså hvor der enten er tegn på fagligt indhold eller kompetencer, eller hvor, med den rette stilladsering, det faglige kunne komme mere i spil. Resultaterne siger ikke noget om den faglige *effekt*. Analysen viser nogle interessante muligheder i at inddrage det faglige domæne i elevernes designprocesser. Dog viser analysen samtidig, at lærerne ikke selv er tilfredse med det faglige udbytte, ligesom jeg selv forholder mig kritisk til fagligheden i elevernes processer og produkter (se afsnit 6.1.1 og 6.3.1). Det første tydelige problem er omfanget eller hyppigheden af, hvor meget eleverne arbejder med fagligt indhold eller benytter faglige kompetencer. Ud af det samlede forløb er det primært i forbindelse med opstarten, at der arbejdes konkret med fagligt indhold i forbindelse med en fælles brainstorm, og ellers enkelte gange hos hver gruppe, hvor de undersøger fagligt indhold som de skal bruge i deres spil. Det andet problem er kvaliteten, altså hvor grundigt de undersøger det faglige indhold eller anvender faglige kompetencer. Her tyder det på, at eleverne ikke er særlig bevidste om deres egen faglighed, og ikke i udtalt omfang benytter nogle af de redskaber de er stillet til rådighed, herunder fasemodellen.

Det kan diskuteres, hvorvidt man skal satse på omfang eller kvaliteten, og der kan være argumenter for begge dele. I forhold til Deweys undersøgelsesbaserede arbejdsform,

foregår læringen igennem elevernes erfaringer med praksis og at man ikke kan tænke sig til læring (Brinkmann, 2016). Dette taler for en tilgang, hvor det faglige inddrages så ofte som muligt, da eleverne derved får mange erfaringer med det faglige i relation til det praktiske.

På den anden side vurderes det i den nationale naturfagsstrategi (Undervisningsministeriet, 2018), at der indenfor STEM-området bør lægges vægt på dybde frem for bredde. Dette taler for et fokus på kvaliteten af elevernes faglige arbejde.

Det andet væsentlige kritikpunkt er struktureringen af selve forløbet, hvor det kan være svært at genkende designtænkningens grundtanker i elevernes arbejde, herunder brugercentrering, iterationer og test, og hvor tidsforbruget stikker af i forhold til produktionsfasen.

Analysen viser at eleverne og lærerne prioriterer produktfremstillingen, frem for at arbejde mere med designtænkningens forskellige faser, og eleverne når blandt andet ikke at teste deres spil af, ligesom dynamikken mellem afprøvning, feedback og tilpasning i en iterativ proces heller ikke er til stede. Ifølge litteraturstudiet for Naturvidenskabsstrategien skulle disse kvaliteter ved TED-undervisning ellers være med til at fremme elevernes forståelse af videnskabelige begreber, og fremme elevernes villighed til at lære af hinanden (Nielsen et al., 2017: 41). Samtidig bliver det svært for dette speciale at undersøge, hvordan designtænkning kan bruges i naturfagsundervisningen, når forløbet i højere grad bærer præg af projektarbejde end af et designtækningsforløb. Dermed kan dette speciale ikke svare på hvorvidt designtænkningens principper med brugercentrering, iterationer og test udvikler elevernes faglighed, men analysens primære resultat, der viser hvordan det, at arbejde kreativt og praktisk med at lave spil i naturfagsundervisningen, understøtter undersøgelses- og modelleringskompetencer, mener jeg stadig har stor gyldighed.

7.4 Metodekritik

I dette afsnit vil jeg gennemgå de væsentligste elementer i forhold til undersøgelsens validitet, med udgangspunkt i casestudiet som metodologisk tilgang, samt interview og observation som empiriindsamling. Til sidst diskuterer jeg generaliserbarheden af de udviklede designprincipper.

7.4.1 Diskussion af casestudie af et større DBR-projekt.

Et væsentligt særtegn ved denne undersøgelse, er min forskerposition, hvor jeg undersøger et eksisterende projekt på dets præmisser. GBL21-projektet kan kategoriseres som et DBR-projekt (Design-based Research) med henblik på at udvikle designprincipper for implementeringen af spil-baserede designaktiviteter (Hanghøj et al., 2019). Dermed får jeg en dobbeltrolle, da jeg træder ind i dette projekt *som om* jeg selv har designet interventionen. Jeg risikerer at indtage en rolle som fortæller af GBL21 i praksis, hvor deltagerne kan opfatte mig som at tale på GBL21's vegne, fremfor en mere neutral og nysgerrig rolle. Det kan have påvirket deres åbenhed overfor mig, eller givet en anden

forståelse af min tilstedeværelse end hvad der var hensigten. Jeg kunne derfor have gjort mere ud af at forklare min rolle overfor deltagerne.

I krydsfeltet mellem mit casestudie og DBR-tilgangen i GBL21-projektet, at det desuden værd at understrege, at jeg kun har undersøgt et enkelt forløb i et af fagene. En væsentlig del af DBR er hvordan interventionerne jævnligt revideres gennem iterationer af analyse og planlægning af forløbene (Christensen, Gynther & Petersen, 2012). Derfor kan det diskuteres, hvordan denne undersøgelses resultater passer ind i den GBL21, som inden dets udløb kan nå at ændre karakter og tilpasse sig, samt opnå en anden forståelse af designtænkning i praksis end der er taget udgangspunkt i, i dette forløb. Eftersom formålet med dette speciale ikke er at understøtte GBL21 som en særlig tilgang til undervisning og ej heller at forbedre på den pågældende intervention, men i stedet undersøge hvilken viden om naturfaglighed i en designbaseret undervisningstilgang der kan udledes, kommer jeg delvist dette i møde. Men det bør stadig overvejes hvorvidt denne undersøgelses resultater er gyldige for GBL21 som samlet intervention.

7.4.2 Diskussion af observation som metode

Observation giver forskeren indsigt i deltagernes handlinger, kropssprog og sammenspil, og sammen med interviews er det et godt redskab til at triangulere sine data, så deltagernes oplevede livsverden og forståelse af hændelser kan sammenholdes med hvad der faktisk sker i situationen (Hansen & Carlsen, 2017).

Dog oplevede jeg en række praktiske udfordringer ved videooptagelserne, som også omtales af Hansen og Carlsen (2017). Nogle optagelser gik til fordi kameraet var løbet tør for batteri, en enkelt gang var en elev kommet til at skubbe til kameraet, så det pegede væk fra den gruppe jeg observerede uden at jeg opdagede det, og nogle optagelser måtte kasseres fordi lydkvaliteten var for dårlig. Særligt den sidste udfordring kunne jeg være kommet i møde, ved at have valgt at sætte grupperne ind i nogle tilstødende arbejdsrum, for dermed at der var mere ro omkring gruppen. Dog ville dette risikere at gøre observationen meget kunstig og øge gruppens bevidsthed om min tilstedeværelse. Da jeg ønskede et mere autentisk billede af gruppens arbejde, valgte jeg i stedet at observere fra en diskret placering i klassen, ligesom videokameraet stod på lidt afstand og var zoomet ind på gruppen. Denne tilgang kan betyde at jeg har misset interessante hændelser, eller at jeg er blevet distraheret af andre ting i klasserummet, ligesom det har været svært at fange den interne snak i grupperne, som kunne have kastet mere lys over deres arbejdsproces og refleksioner.

7.4.3 Diskussion af interview som metode

En vigtig overvejelse når man foretager interview, er hvorvidt man som interviewer evner at få den ønskede information ud af personerne, og overvejer de forskellige fortolkningsmuligheder af empirien (Ingemann et al., 2018). Samtidig skal man være opmærksom på ikke at overtolke deltagernes udtalelser, og ikke konkludere mere end empirien viser (Ingemann et al., 2018). Dette er i overensstemmelse med mit videnskabsteoretiske udgangspunkt nemlig pragmatismen, som tillægger netop praksis

og empiri stor værdi, samt et kritisk blik på egen viden og fortolkninger (Brinkmann, 2016). I forhold til mine kvaliteter som interviewer er jeg ikke en neutral dommer, men jeg har så vidt muligt prøvet at følge Ingemanns anbefalinger, herunder '*venlig, åben, struktureret og kritisk*' (Ingemann et al., 2018: 191). Her er det en fordel at jeg ikke har ageret som lærer i forløbet. Ifølge Kvale og Brinkmann (2009) betyder det at eleverne i mindre grad har indtryk af, at der er et "rigtigt" svar til spørgsmålene, ligesom de nemmere kan kritisere forløbet. Jeg har dog grundet min ikke-deltagende tilgang til observationen fornemmet en afstand mellem eleverne og mig selv i interviewet. Denne mangel på tillid kan betyde, at eleverne ikke har været trygge nok til at udtrykke sig åbent og ærligt om alle forhold. Jeg har muligvis ikke fået det fulde billede af elevernes livsverden, og jeg oplevede også en udfordring i at sætte mig ind i og forstå nogle af elevernes udtalelser. Dette kunne jeg have imødekommet ved i højere grad at have engageret mig i eleverne mellem observationerne og opbygge den nødvendige relation og tryghed.

En anden problematik i elev-interviewene er mit valg om at interviewe gruppen samlet. Dette resulterede i en skæv fordeling af taletid mellem deltagerne. Min oplevelse var at nogle elever dominerede mere end andre, og det var svært at begrænse det, uden at risikere end negativ reaktion fra deltagerne. På grund af dominansen af nogle elever, blev svarene i højere grad et udtryk for den enkelte elevs holdning, hvor de andre i gruppen blot istemte eller forholdt sig tavse. Jeg kunne derfor have haft et større individuelt fokus, og fået mere forskelligartede svar fra deltagerne. Dette kunne f.eks. opnås ved i stedet at foretage individuelle interviews. Dette er dog en tilgang, som har stor fokus på individuelle holdninger og eventuelt modstridende holdninger mellem gruppemedlemmerne. Gruppedynamikken underkendes ikke, men har ikke været et fokus for denne undersøgelse.

7.4.4 Generaliserbarhed af resultater

En væsentlig præmis i dette speciales resultater er fagligheden som interessefelt. Problemfeltet er baseret en tese om at GBL21-forløbene kan være med til at fremme elevernes faglighed. Samtidig fremgår det også af litteraturstudiet for naturvidenskabsstrategien, at det er svært at sammenkæde TED-undervisning med den faglige undervisning (Zubrowski, 2002). Dette har inspireret til problemfeltet, og resultaterne må derfor også ses i denne kontekst med fokus på naturfaglighed. Imidlertid har selve GBL21-projektet også fokus på mere generelle elevkompetencer, herunder kreative og innovative kompetencer, samarbejde, kommunikation og problemløsning. Disse forhold indgår ikke i denne undersøgelses resultater, ligesom motivation og gruppedynamikker også er valgt fra. Der kan derfor argumenteres for at undersøgelsen har et for snævert fokus, og ikke tager højde for hvordan resultaterne spiller sammen med disse andre elementer. Det vil derfor også anbefales at sammenholde denne undersøgelses resultater med GBL21-projektets, som forventes klar i 2021. Forhåbningen er dog at disse resultater kan give indblik, nuance og dybde til resultaterne af GBL21, og samtidig inspirere undervisere til at afprøve designtænkning og spildesign i deres undervisning.

8 Konklusion

Dette speciale har taget udgangspunkt i den *Nationale Naturvidenskabsstrategi* for fortsat udvikling af naturfagsundervisningen for børn og unge (Undervisningsministeriet, 2018). Hertil er det gennem et casestudie af forskningsprojektet *Game-Based Learning in the 21st Century* (GBL21), blevet undersøgt hvordan designtænkning og spildesign i folkeskolens naturfagsundervisning kan bruges til at løse nogle af de problematikker og indsatsområder som naturvidenskabsstrategien præsenterer. Hertil blev følgende problemformulering udformet:

Hvordan arbejder eleverne med designtænkning i naturfag når de skal udvikle deres egne spil, og hvilken betydning har det for deres naturfaglighed?

Specialet har benyttet sig af et kvalitativt observationsstudie af en udvalgt case, hvor to 7. klasser gennemfører et undervisningsforløb om "Vandets kredsløb" udviklet af GBL21, hvori eleverne designer og producerer egne brætspil. Til at understøtte observationerne er der både blevet videofilmet og foretaget opfølgende interview af to elevgrupper, samt klassernes lærere.

De forskellige deltemaer i analysen udfolder resultaterne.

Tema 1 eksemplificerer hvornår og hvordan fagligheden kommer i spil. Her viser resultaterne at der kan være flere indgangsvinkler til fagdomænet, som åbner op for undersøgelses- og modelleringsprocesser, når eleverne argumenterer for sammenhængen mellem deres designvalg og det faglige indhold i forløbet, men at eleverne sjældent gør sig disse refleksioner selv.

Tema 2 undersøger elevernes og lærernes prioritering mellem produkt og proces, hvor produkterne og produktionen af spillene tager meget fokus både tidsmæssigt og indholdsmæssigt. Dette går ud over elevernes faglige arbejde med blandt andet naturfaglige kompetencer. Derfor kan designtænkning i undervisningen kræve en meget bevidst forberedelse med tydelige faglige krav og succeskriterier, for at fastholde det faglige fokus i elevernes designprocesser.

Tema 3 kigger på den mere konkrete planlægning og struktur af forløbet, og hvordan det påvirker elevernes faglige arbejde. Det konkrete forløb har haft en meget åben struktur med stor grad af elevstyring, hvilket har resulteret i at designtænkningen metoder er blevet udvasket, og forløbet derfor kan være svært at kategorisere som et "designtækningsforløb". Derudover tyder det på, at en løs struktur resulterer i forvirring hos eleverne og er medvirkende til et stort tidsforbrug og produktfokus. På den anden side tillader den løse struktur stor fleksibilitet, og kan bedre imødekomme en iterativ designproces, hvor der skiftes mellem forskellige faser efter behov frem for en lineær struktur.

Med baggrund i disse resultater er følgende tre designprincipper udviklet, som skal støtte lærerens arbejde med designtænkning og spildesign som tilgang til naturfagsundervisningen:

Designprincip 1

Læreren må stille åbne spørgsmål på baggrund af elevernes domænepositioner, med henblik på at søge forståelse, foreslå handletiltag og støtte sammenkobling mellem spil-, design- og fagdomæne og dermed støtte undersøgelses- og modelleringsprocesser.

Designprincip 2

Læreren må opfordre eleverne til at lave midlertidige prototyper som der gives feedback på, for at undgå et stort produktfokus, samt fremme faglige refleksioner over designet.

Designprincip 3

Underviseren bør bruge fasemodellen for designtænkning som analyseværktøj gennem reflekterende spørgsmål fremfor som planlægningsværktøj, for dermed at fremme elevernes refleksioner og give plads til fleksible designprocesser.

Disse resultater og principper er baseret på en enkelt undersøgelse af en GBL21-undervisningsenhed i naturvidenskabsuddannelse i 7. klasse. En anden version af forløbet blev også implementeret i 5. klasse, og GBL21-projektet består derudover af 2 forløb mere i naturfagsundervisningen på begge klassetrin. Det må undersøges nærmere hvordan specialets resultater kan overføres til andre GBL21-forløb eller den almene undervisning. Specialets fokus på faglighed tager ligeledes ikke højde for effekten og samspillet med andre kompetencer og fokusområder i GBL21-projektet, herunder design kompetencer, samarbejde og proceshåndtering.

Forhåbningen er dog at analysen kan medføre en indsigt og mangfoldighed samt eksemplificering af specialets problemstilling og undersøgelsesspørgsmål, som læseren forhåbentligt kan spejle sig i, eller inspirere til videre undersøgelse.

9 Litteraturliste

- Andersen, N. O., Busch, H., Horst, S., & Troelsen, R. (2003). *Fremtidens naturfaglige uddannelser. Naturfag for alle - vision og oplæg til strategi*. København: Undervisningsministeriet.
- Barnett, M. (2005). *Engaging inner city students in learning through designing remote operated vehicles*. Journal of Science Education and Technology, 14(1), 87-100.
- Baumgartner, Eric, and Philip Bell. (2002) *What will we do with design principles? Design principles and principled design practice*. Annual Meeting of the American Educational Research Association, New Orleans, LA, USA. 2002
- Blease, D. (1983). *Observer Effects on Teachers and Pupils in Classroom Research*. Educational Review, Vol 35, nr. 3, 213-217
- Brinkmann, S. (2016). *John Dewey: en introduktion*. 1. udgave, 2. oplag. Hans Reitzels forlag.
- Brinkmann, S. & Tanggaard, L. (2015): *Kvalitative metoder i en grundbog*. 2. udgave, 2. oplag, Hans Reitzels Forlag
- Buch, E. et al. (2005). *TSUNAMI Risikovurdering for danske, færøske og grønlandske farvande*. DMI - Teknisk Rapport no. 05-08 Danish, Meteorological Institute 2005
- Bundsgaard, J., Misfeldt, M. & Hetmar, V. (2012). *Udvikling af literacy i scenariebaserede undervisningsforløb*. Viden om læsning, 2012 (12), (s. 29 – 36). Nationalt videnscenter for læsning.
- Christensen, O., Gynther, K. & Petersen, T. B. (2012). *Design-Based Research – introduktion til en forskningsmetode*. i: udvikling af nye E-læringskoncepter og didaktisk design medieret af digitale teknologier. Læring og Medier, 9.
- Christiansen, J., Andersson, J., Hansen, D., Jensen, M.-A., Kinnerup, L., & Lilius, K. (2019). *Brug af modeller og modellering i udskolingens naturfagsundervisning*. MONA - Matematik- Og Naturfagsdidaktik, 2019 (4), 20
- Clarke, D. (2015). *The Role of Video in Classroom Research – Window, Lens or Distorting Mirror?*
Paper presented at the AARE, University of Notre Dame, Fremantle WA.
- Clioonline (2018): Biologifaget. *Vandets kredsløb i levende organismer*.
<https://portals.clio.me/dk/biologi/emner/basis-oekologi/kredsloeb/vandets-kredsloeb-i-de-levende-organismer/> hentet d. 10/12-19
- Creswell, J.W. (2011): *Educational Research: Planning, conducting and evaluating quantitative and qualitative research*. (4. udgave) University of Nebraska: Pearson Education
- Czerniak, C.M. & Johnson, C.C. (2014). *Interdisciplinary science teaching*. i: N. Ledermann & S.K. Abell (red.), Handbook of Research on Science Education, (s. 395-411). New York: Routledge.
- Deterding, S. (2015). *The lens of intrinsic skill atoms: A method for gameful design*. Human-Computer Interaction, 30(3-4), 294-335.
- Dewey, J. (1916). *Democracy and Education*. New York: The free press.

- Dolin, J. (2014). *Naturfaglige kompetencer: om kompetencetænkningen i nye Forenklede Fælles Mål*. In S. Tougaard, & L. H. Kofod (Eds.), *Metoder i naturfag: en antologi*. (pp. 49-66). København, Danmark: Experimentarium
- Egenfeldt-Nielsen, S., Smith, J. H. & Tosca, S. P. (2016). *What is a game? i: Understanding video games*, 3. udgave (s. 31 – 61). New York. Routledge.
- Ejersbo, L. R. (2014). *Betyder modellering det samme i naturfag som i matematik?*
<https://www.folkeskolen.dk/545588/betyder-modellering-det-samme-i-naturfag-som-i-matematik> hentet d. 05/1-20
- Ejsing-Duun, S. & Hanghøj, T. (2019). *Design Thinking, Game Design, and School Subjects: What is the connection?* I: L. Elbaek, G. Majgaard, A. Valente, & S. Khalid (Eds.), *Proceedings of the 13th International Conference on Game Based Learning, ECGBL 2019* (pp. 201-209). Academic Conferences and Publishing International.
- Elmose, S. (2007). *Naturfaglige kompetencer – til gavn for hvem?* i: Mona 2007, nr. 4, Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet
- Faghæfte (2019). Fysik/kemi. Børne- og Undervisningsministeriet.
<https://emu.dk/grundskole/fysikkemi/laeseplan-og-vejledning> Hentet d. 12/12-19
- Flyvbjerg, B. (2011). *Case study*. i: Norman K. Denzin & Yvonna S. Lincoln *The Sage Handbook of Qualitative Research*, 4. udgave, kapitel 17, s. 301-316, Thousand Oaks
- Flyvbjerg, B. (2015). *Fem misforståelser om casestudiet*, i: Svend Brinkmann & Lene Tanggaard (2015): *Kvalitative metoder i en grundbog*, 2. udgave, 2. oplag, Hans Reitzels Forlag
- Fortus, D., Dershimer, R. C, Krajcik, J. S., Marx, R. W. & Mamlok-Naaman, R. (2004). *Design-based science and student learning*. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1081-1110.
- Hanghøj, T. (2011). *Emerging and Clashing Genres: The Interplay of Knowledge Forms*. i: *Educational Gaming. Designs for Learning*, 4(2), 22-33
- Hanghøj, T. (2012). *Spilscenarier i undervisningen - præsentation af en didaktisk model*. *Læring & Medier (LOM)*, nr. 9, 2012.
- Hanghøj, T., Skott, C. K., Nielsen, B. L., & Ejsing-Duun, S. (2019). *Developing Design Principles for Game-related Design Thinking Activities*. i: ECGBL19 - *Proceedings of the 13th European Conference on Game Based Learning* (s. 1-9). Academic Conferences and Publishing International
- Hansen, R. & Carlsen, D. (2017). *Videoobservation – et empirisk blik på undervisningen*. *Studier i læreruddannelse og -profession*, årg. 2, nr. 1, 2017
- Heath, C., Hindmarsh, J. & Luff, P. (2010). *Video, analysis and the social sciences*. i: Heath, C., Hindmarsh, J., & Luff, P. *Video in qualitative research* (s. 1-13). 55 City Road, London: SAGE
- Hermansen, M. (2018): *Læringens univers*. 6. Udgave, 1. Oplag, Hans Reitzels forlag.
- IDEO (2013): *Design Thinking for Educators. Fasemodel*.
<https://designthinkingforeducators.com/design-thinking/> Hentet d. 9/2-20
- IDEO (2013): *Design Thinking for Educators. Toolkit*.
<https://designthinkingforeducators.com/about-toolkit/> Hentet d. 9/2-20

- Ingemann, J.H., Kjeldsen, L., Nørup, I. & Rasmussen, S. (2018). *Kvalitative undersøgelser i praksis*. Viden om mennesker og samfund. 1. udgave 2018, Forfatterne og Samfundslitteratur 2018.
- Jensen, T. H. (2007). *Udvikling af matematisk modelleringskompetence som matematikundervisningens omdrejningspunkt - hvorfor ikke?* i: IMFUFA- tekst, vol. 458. K
- Jensen, M., Pejls-Hansen, I., Rintza, C., Heiner, C., Steffensen, L., Jensen, L.,... Thorsen, A. (2018, 18 juni). *12 Lærere: Den fælles naturfaglige afgangsprøve svækker fagligheden*. [https://skoleliv.dk/debat/art6578050/Den-fælles-naturfaglige-afgangsprøve-svækker-fagligheden](https://skoleliv.dk/debat/art6578050/Den-faelles-naturfaglige-afgangsprøve-svækker-fagligheden). Hentet d. 17/12-19
- Jones, R.G.S. (1992). *Was there a Hawthorne effect?* American journal of sociology, Vol. 98, nr. 3, 451-468
- Juul, J. (2003). *The game, the player, the world: Looking for the heart of gameness*. DiGRA Conference (2003).
- Koh, J.H.L, Chai, C.S, Wong, B. & Hong, H. (2015). *Design thinking for education*. Springer. Science+ Business Media Singapore
- Kvale, S. (1997): *Interview - En introduktion til det kvalitative forskningsinterview*. Hans Reitzels Forlag
- Kristiansen, S. & Krogstrup, H.H. (2015). *Deltagende observation*. 2. udgave. København: Hans Reitzels Forlag.
- Levy, S. T. (2013). *Young children's learning of water physics by constructing working systems*. International Journal of Technology and Design Education, 23(3), 537-566.
- Louca, L.T. & Zacharia, Z.C. (2012). *Modeling-based learning in Science education: cognitive, metacognitive, social, material and epistemological contributions*. Educational Review. 64:4. 471-492
- Masling, J. & Stern, G. (1969). *Effect of the observer in the classroom*. Journal of Educational Psychology, Vol. 60, nr. 5, 351-354
- Minuddannelse (2020). Design af spil om vandets kredsløb. *Lærervejledning*. <https://demo.minuddannelse.net/Node/bibliotek/soeg#f=1157,1166,1168,1153,1512,1516,1517&k=5,7&i=~'-17'&ko=~'-1'&p=~1050786&fl=~spiliundervisningen>
Hentet d. 29/3-20
- Minuddannelse (2020). Design af spil om vandets kredsløb. *Scenarie og udfordring*. <https://demo.minuddannelse.net/Node/bibliotek/soeg#f=1157,1166,1168,1153,1512,1516,1517&k=5,7&i=~'-17'&ko=~'-1'&p=~1050786&fl=~spiliundervisningen>
hentet d. 29/3-20
- Nielsen, J.A., Waadegaard, N., Dolin, J. & Bruun, B. (2017). *Undervisning og læring i STEM*. i: Nielsen, J.A. (red.), Litteraturstudium til arbejdet med en national naturvidenskabsstrategi (s. 19-49). København: Institut for Naturfagenes Didaktik.
- Niss, M & Jensen, T. H. (Red.) (2002). *Kompetencer og matematiklæring. Ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark*. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie, nr. 18-2002, undervisningsministeriet 2002.
- Nørgård, R.T. & Paaskesen, R.B. (2016). *Open-ended education: How open-endedness might foster and promote technological imagination, enterprising and participation in*

- education*. Conjunctions Transdisciplinary journal of cultural participation, Vol 3, No 1, s.1-25.
- OECD. (2014). *TALIS 2013 Results: An international Perspective on Teaching and Learning*. Paris: OECD Publishing.
- Paaskesen, R.B. & Nørgård, R.T. (2016). *Designtænkning som didaktisk metode*. Læring & Medier (LOM) – nr. 16 – 2016
- Paludan, K. (2000). *Videnskabens verden og vi – om naturvidenskab og hverdagstænkning*. Aarhus Universitetsforlag.
- Penner, D. E., Lehrer, R., & Schauble, L. (1998). *From physical models to biomechanics: A design-based modeling approach*. Journal of the Learning Sciences, 7(3/4),429-449.
- Popkewitz, T.S. (1998). *Dewey, Vygotsky, and the Social Administration of the Individual: Constructivist Pedagogy as Systems of Ideas in Historical spaces*. American Educational Research Journal, 24(7), s. 13-22
- Razumnikova O.M. (2013) *Divergent Versus Convergent Thinking*. i: Carayannis E.G. (eds) *Encyclopedia of Creativity, Invention, Innovation and Entrepreneurship*. Springer, New York, NY
- Riding, R. & Cheema, I. (1991) *Cognitive Styles—an overview and integration*, Educational Psychology, 11:3-4, 193-215,
- Scheer, A., Noweski, C., & Meinel, C. (2012). *Transforming constructivist learning into action: Design thinking in education*. Design and Technology Education: An International Journal, 17(3).
- Schön, D.A. (1983) *From technical Rationality to Reflection-in-action*. i: Dowie, J. & Elsten, A. (ed) *Professional Development*
- Schön, D. A. (2006). *Den Reflekterende Praktiker*. 1. Udgave, 3. Oplag, Århus, Forlaget Klim
- Schön, D.A. (1987). *Educating the Reflective Practitioner: Toward a New Design for Teaching and Learning in the Professions*. Jossey-Bass Publishers, San Fransisco, CA.
- Squire, K. (2003). *From content to context: Videogames as designed experience*. Educational Researcher, Vol. 35, nr. 8 (s. 19-29)
- Thisted, J. (2010). *Forskningsmetode i praksis*. Munksgaard Danmark.
- Undervisningsministeriet. (2018) *National naturvidenskabsstrategi*. Regeringen
- Visscher, K. & Fisscher, O.A.M. (2009). *Cycles and Diamonds: How Management Consultants Diverge and Converge in Organization Design Processes*. Creativity and innovation management. Volume 18. Issue 2. June 2009
- Yin, R. K. (2003). *Case study research: Design and methods*. 3. udgave. London: Sage Publications
- Zubrowski, B. (2002). *Integrating Science into Design Technology Projects: Using a Standard Model in the Design Process*. Journal of Technology Education, 13(2), 47-65.

10 Bilagsoversigt

Bilag 1: Interviewguide

Bilag 2: Samtykkeerklæring

Bilag 3: Transskription: Interview - gruppe 1

Bilag 4: Transskription: Interview - gruppe 2

Bilag 5: Transskription: Interview - lærere

Bilag 6: Transskription: Videoklip - Gruppe 1 med computere

Bilag 7: Transskription: Videoklip - Lærer spørger ind til gruppe 2

Bilag 8: Transskription: Videoklip - Lærer hjælper gruppe 2

Bilag 9: Transskription: Videoklip - Lærer K bruger fasemodel

Bilag 10: Transskription: Videoklip - Lærer L ved tavlen

Bilag 11: Transskription: Lydklip - Gruppe 1 laver spilleplade