

STANDARD FORSIDE TIL EKSAMENSOPGAVER

Fortrolig

☐

Ikke fortrolig

☒

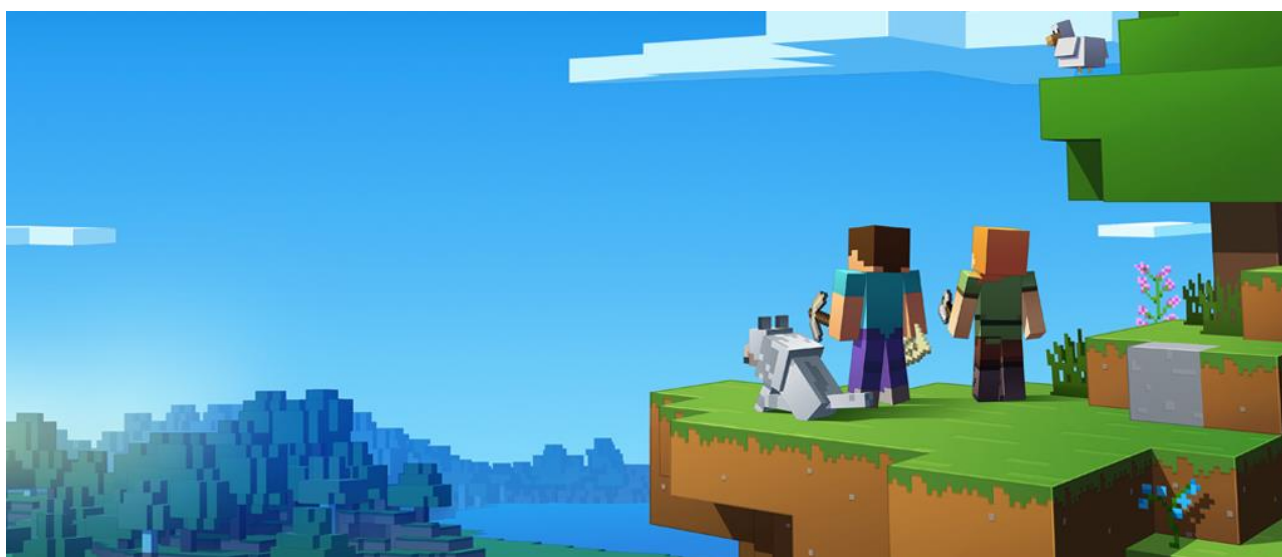
Prøvens form (sæt kryds)	Projekt	Synopsis	Portfolio	Speciale x	Skriftlig hjemmeopgave
-----------------------------	---------	----------	-----------	-------------------	---------------------------

Uddannelsens navn	Kandidatuddannelsen i informationsteknologi, It og læring, med specialisering i organisatorisk omstilling	
Semester	10. semester	
Prøvens navn/modul (i studieordningen)	Kandidatspeciale	
Gruppenummer	Studienummer	Underskrift
Navn: Erik Ottar Jensen	20142925	
Navn:		
Navn		
Navn		
Navn		
Afleveringsdato	18. april 2017	
Projekttitel/Synopsistitel/Speciale-titel	Minecraft i matematikundervisningen - en undersøgelse af forandringer i elevers matematikfaglige identitet.	
I henhold til studieordningen må opgaven i alt maks. fylde antal tegn	192.000 tegn	
Den afleverede opgave fylder (antal tegn med mellemrum i den afleverede opgave) (indholdsfortegnelse, litteraturliste og bilag medregnes ikke)	191.443 tegn	
Vejleder (projekt/synopsis/speciale)	Thorkild Hanghøj	

Jeg/vi bekræfter hermed, at dette er mit/vores originale arbejde, og at jeg/vi alene er ansvarlig for indholdet. Alle anvendte referencer er tydeligt anført. Jeg/vi er informeret om, at plagiering ikke er lovligt og medfører sanktioner. Regler om disciplinære foranstaltninger over for studerende ved Aalborg Universitet (plagiatregler): <http://www.plagiat.aau.dk/regler/>

Minecraft i matematikundervisningen

- en undersøgelse af forandringer i elevers matematikfaglige identitet.



minecraft.net

"Hvor der står, et sted."

Citat: Maja 5. kl. (Bilag 3, s. 12)

Titelblad

Minecraft i matematikundervisningen - en undersøgelse af forandringer i elevers matematikfaglige identitet.

Speciale for kandidatuddannelsen i informationsteknologi, It og læring, med specialisering i organisatorisk omstilling

Omfang: 191.443 tegn (80 normalsider – ekskl. Figurer og billeder)

Vejleder: Thorkild Hanghøj



(Tromba, 2013)

Erik Ottar Jensen

Studie nr. 20142925

Aalborg Universitet, København

d. 18. april, 2017

Forord

Sammenhængen mellem computerspil og matematikundervisning har længe været et interesseområde for mig. Dels fordi jeg som matematiklærer og matematikvejleder i den danske folkeskole har beskæftiget mig indgående med matematikdidaktik i en længere årrække. Dels fordi jeg fra barnsben af har interesseret mig for computerspil som en spændende, givende og social del af mit liv.

Som lærer og vejleder har jeg både arbejdet med læringsspil, elever der selv designer og programmerer spil, samt kommercielle spil i undervisningen. Her har jeg gentagne gange set, hvordan spil i undervisningen på forskellige måder tillader ændrede deltagelsesformer og øget motivation og engagement hos elever. Ligeledes har jeg set, at dette ikke sker automatisk, og at elevernes interesse og engagement ikke nødvendigvis stemmer overens med lærerens intentioner med at bruge spil i undervisningen. Selvom forbindelser mellem computerspil og matematikundervisning indeholder en række faglige potentialer, bliver de altså ikke altid indfriet. At undersøge disse processer nærmere i krydsfeltet mellem spilbaseret læring og matematikdidaktik har været en spændende og lærerig oplevelse for mig.

En stor tak skal lyde til den skole, hvor undersøgelsen foregik samt de deltagende lærere, der lod mig være en del af deres forberedelse og undervisning. Tak også til eleverne i klassen, for deres interesse og positive deltagelse i interventionen. Af hensyn til deltagernes privatliv er de anonymiseret i specialet.

Tak til min vejleder Thorkild Hanghøj for konstruktiv feedback gennem processen, sparring og vejledning især med hensyn til analysestrategi, metode- og teorivalg. Ligeledes tak til Heidi Hautopp for sparring i den afsluttende fase samt Signe Louise Hagsten for korrekturlæsning.

Den allerstørste tak skal gå til min kæreste Mette Storm og min datter Katrine Ottar Storm for at støtte mig og holde mig ud, i den lange og lærerige proces det har været at skrive dette speciale.

Erik Ottar Jensen

AAU – ILOO – KBH

April 2017

Abstract

This thesis investigates how playing Minecraft as part of 5th grade mathematics, affect students' mathematical identities. It constitutes an empirically founded study at the intersection of the fields of mathematic didactics and game based learning.

Introduction to *Minecraft*.

Minecraft is the second bestselling computer game of all time with 121 million copies sold across platforms. It was created by the independent game designer Markus Persson and bought by Microsoft in 2014. It is a sandbox game, played from a first-person perspective. The world is represented through cubic blocks which the player can use to build different constructions. *Minecraft* is already used in classrooms to promote a range of academic skills and based on the popular teacher designed modification called *MinecraftEdu*, Microsoft have launched *Minecraft: Education Edition*, designed specifically for classroom use.

Purpose

The thesis investigates how students change their perception of, and participation in math class when *Minecraft* is used as part of the lessons to understand how they relate to and identify with mathematics. A second purpose is to create design principles that will guide future designs of learning trajectories for using *Minecraft* in math class.

Method

A design experiment approach was used as a methodological tool in combination with a pragmatic and a dialogical approach to knowledge. An intervention with *Minecraft* was designed as a context for the investigation. Thematic analysis was used to explore student interviews through domain specific theory concerning; game based learning, student positioning in teaching-scenarios, conceptual development of mathematics and a framework for understanding mathematical identities. The analysis shows changes to students' perceptions of mathematics and their participation. This led to the explication of design principles for further interventions.

Results

The study shows that students normally perceive math class as characterized by teacher authority and disciplinary agency. There is a variation of students' perceptions towards more distributed authority and conceptual agency, visible among the highest performing students. The quality of mathematical response is connected to how fast the response is produced and whether the teacher acknowledges the response as legitimate. Math class is primarily constituted as an individual endeavor where listening and keeping up with the teacher's explanations are important. Students identify with mathematics in this setting by "*following the disciplinary norms of mathematics*".

The intervention with *Minecraft* changes students' perception of mathematics and participating in math class in several ways. Firstly, the students experience a connection between the coordinate system as part of the academic domain of mathematics on one hand and *Minecraft* as a part of games and their everyday domain on the other. This connection constitutes an augmentation and conceptual development of both the coordinate system as a mathematical concept but also *Minecraft* and games as concepts. Some students do not experience this connection, mainly because they do not recognize, working with the coordinate system, as a valid mathematical practice.

Secondly, students experience new positions and ways of participating in class which are closely related to the experience, that specialized knowledge about *Minecraft*, is an asset for the students in the

intervention. The highest achieving students especially value the new positions available to them, as they are no longer the best in the class and therefore feel more aligned with the other students.

The intervention offers more possibilities for distributed authority and conceptual agency than the students are used to. This should help the students identify with mathematics in a more positive manner. The main student identification with mathematics is described through two new student identities: The first: "*Being a doer of mathematics in the world*" - who experiences that academic mathematics, as recognized from math class, is usable in the world. The second: "*The mathematical Minecraft player*" who experiences that *Minecraft*, an already familiar domain can be accessed in new mathematical ways.

Limitations and perspectives

The thesis does not examine the teacher's mathematical identity, instead it aims at making an empirically based contribution to the understanding of students' mathematical identity, when *Minecraft* is used in class. Further investigation of the area will benefit from a combined perspective on both students and teachers as well as longitudinal studies, to understand if effects are momentary or longer lasting.

Indhold

1	Indledning.....	4
1.1	State of the art.....	4
1.2	Problemformulering	5
1.3	Læsevejledning	5
1.4	Matematikdidaktik	6
1.5	Computerspil og matematik.....	7
1.6	Minecraft	9
1.7	Minecraft og matematikundervisning.....	10
1.8	Afgrænsning.....	12
2	Metodologi	13
2.1	Videnskabsteoretisk afsæt	13
2.1.1	Pragmatisme.....	13
2.1.2	Et dialogisk perspektiv på læring, viden og identitet.	14
2.1.3	Koblingen mellem dialogisk erkendelse og pragmatisme.	14
2.2	Teori.....	16
2.2.1	Domænemodellen.....	16
2.2.2	Matematiske identiteter.	18
2.2.3	Perspektivskift som konceptuel udvikling	20
2.2.4	Positioneringsteori i scenariebaseret undervisning.	21
2.2.5	Teoretisk perspektiv i analysen	22
2.3	Intervention og undervisningsforløb.....	23
2.3.1	Designbaseret uddannelsesforskning.....	23
2.3.2	Kontekst.....	24
2.3.3	Teoretiske afsæt	24
2.3.4	Forestillet læringsvej	25
2.3.5	Undervisningsdesign.....	26
2.4	Metoder og dataindsamling	30
2.4.1	Forskningsinterview.....	30
2.4.2	Primær empiri.....	30
2.4.3	Valg af informanter.....	31
2.4.4	Sekundær empiri	31
2.5	Analysestrategi	32
2.5.1	Tematisk analyse	32

2.5.2	Koder	32
2.5.3	Temaer.....	32
2.5.4	Forskerens rolle	33
3	Analyse	35
3.1	Identitet som matematikelev	35
3.1.1	Lytte og kigge.....	35
3.1.2	Læreren bestemmer	36
3.1.3	En god forklaring.....	38
3.1.4	At kunne det hurtigt.	39
3.1.5	Holde sig for sig selv	40
3.2	Delkonklusion et – matematiske identitet og positioner	42
3.3	Minecraft, Verden Koordinatsystemet og matematik	43
3.3.1	Matematik i spil	44
3.3.2	Koordinatsystemet i spil og Minecraft	47
3.3.3	Koordinatsystemet med hverdagsdomæne ord.....	49
3.3.4	Er koordinatsystemet matematik?	50
3.3.5	Undersøgende tilgang til teknologi	53
3.3.6	Matematik i verden	55
3.4	Delkonklusion to – Perspektivskift og konceptuel forståelse.....	58
3.5	Nye positioner i matematikundervisningen	59
3.5.1	Minecraft i fritiden	59
3.5.2	Minecraft i matematik.....	59
3.6	Delkonklusion tre – Positionsskift	64
3.7	Identitet som matematikelev når Minecraft anvendes i matematik	65
4	Diskussion:	68
4.1	Diskussion af metode	68
4.1.1	Interview som metode til dataindsamling.....	68
4.1.2	Designeksperimenter som metodologisk tilgang	69
4.2	Diskussion af resultater	70
4.2.1	Feltet.....	70
4.2.2	Teori og videnssyn	70
4.2.3	Matematiske identiteter	71
4.3	Diskussion af designprincipper.....	72
5	Konklusion	73

6	Perspektivering.....	74
7	Litteraturliste.....	75

1 Indledning

Dette speciale undersøger, hvordan matematisk faglighed kan forstås og beskrives i et undervisningsforløb med *Minecraft* i matematik i 5. klasse. Det befinder sig i krydsfeltet mellem de to forskningsfelter: matematikdidaktik og spilbaseret læring. På den ene side relaterer specialet sig til en matematikdidaktisk opfattelse af faglighed som et kulturelt fænomen, der vedrører identitet. På den anden side relaterer det til den del af spilbaseret læring, der omhandler matematik og computerspil - et forskningsfelt der efterhånden får mere og mere opmærksomhed, hvilket kan ses gennem udgivelser som: "*Digital Games and Mathematics Learning: Potential, Promises and Pitfalls*" (Lowrie & Jorgensen, 2015). Indledningen præsenterer først en begrundelse for at undersøge *Minecraft* i forhold til matematikundervisningen samt specialets problemformulering. For at give læseren en forståelsesramme for genstandsfeltet vil indledningen efterfølgende bidrage med et perspektiv på matematikdidaktik samt en introduktion til spilbaseret læring i forhold til computerspil og matematik. Dette efterfølges af en introduktion til computerspillet *Minecraft*, hvorefter der redegøres for de forbindelser, der eksisterer mellem matematik og *Minecraft*.

1.1 State of the art

I dette afsnit begrundes specialets problemformulering gennem et kort forskningsoverblik, der udfoldes yderligere i den resterende del af indledningen.

Minecraft er et populært spil blandt børn, både hos piger og drenge (Helsborg, 2015). *MinecraftEdu* spilles af en lang række spillere verden over ("TeacherGaming LLC", 2016) og *Microsoft* har investeret i spillet i forhold til dets uddannelsesmæssige potentiale, hvilket er gode grunde til, at man bør interessere sig for spillet i uddannelsesmæssig sammenhæng. Selvom en række af de aktiviteter, børn foretager sig i *Minecraft*, kan beskrives som matematiske (Kørhse & Misfeldt, 2015) vil specialet redegøre for, at der ikke eksisterer empirisk matematikdidaktisk forskning omkring *Minecraft*. Den forskningsmæssige interesse er fra en teknologisk orienteret vinkel (Al-Washmi m.fl., 2014; Morelli, 2015), der overser væsentlige læringsmæssige og matematikdidaktiske perspektiver. En række tekster beskriver aktiviteter, man kan foretage sig i *Minecraft* med påståede forbindelser til uddannelsesmæssige matematiske mål (se fx Bos, Wilder, Cook, & O'Donnell, 2014). Disse præsenterer primært *Minecraft* som en erstatning for konkrete materialer, hvor der ikke tages hensyn til spillets oprindelige hensigt (Kørhse & Misfeldt, 2015). Samlet set virker det til, at der eksisterer en række matematiske læringspotentialer og muligheder i *Minecraft*, men at disse potentialer endnu ikke er empirisk dokumenteret og undersøgt. Som introduktionen vil redegøre nærmere for bidrager specialet derfor med at udfylde en mangel i forskningen omkring computerspil og matematikundervisning; nemlig hvordan matematik kommer til udtryk gennem brug af det kommercielle computerspil *Minecraft* i matematikundervisningen gennem et forsøg på at koble spil og matematik – ikke som ydre motivator, men som integrerede elementer.

1.2 Problemformulering

Gennem overstående udledes specialets problemformulering.

Hvordan oplever eleverne, at deres matematiske faglighed og identitet som matematikelever forandres, når *Minecraft* bruges i matematikundervisningen?

Gennem en intervention i undervisningen i 5. klasses matematik og et dialogisk perspektiv på læring, viden og identitet, undersøger specialet eleverne positioner og perspektiver i forløbet, samt hvordan deres matematiske identitet forandres. Problemformuleringen besvares gennem tematisk analyse af interviewdata via følgende arbejds spørgsmål:

- Hvordan oplever eleverne forandringer i deres muligheder for at samarbejde i matematikundervisningen?
- Hvordan oplever eleverne forandringer i deres faglige viden omkring matematik og *Minecraft*?
- Hvordan oplever eleverne forandringer i deres identitet som matematiklærende?

1.3 Læsevejledning

Jeg har indledningsvis kort præsenteret specialets problemformulering og genstandsfelt, hvor sidstnævnte udfoldes i detaljer i resten af introduktionen.

I specialets metodologiske afsnit præsenterer jeg en kobling af pragmatisme og dialogisk erkendelse som samlet videnskabsteoretisk perspektiv. Efterfølgende præsenteres de domænespecifikke teorier, der tillader perspektiver på matematiske identiteter, domæner og positioner i undervisningen samt perspektivskift som konceptuel udvikling. Derefter følger en beskrivelse af undervisningsdesignet fra interventionen gennem begrebet *forestillet læringsvej* samt et overblik over designeksperimentets gennemførsel og kontekst.

Herefter præsenteres det kvalitative forskningsinterview som specialets primære metode samt den sekundære empiri og udvælgelseskriterier for informanter. Dernæst følger en beskrivelse af tematisk analyse og hvordan denne kobles med den teoretiske ramme til en samlet analysestrategi. Efter en redegørelse for min rolle som forsker i forhold til interventionens kontekst introduceres analysen. Denne består af fire dele, der fokuserer på elevernes oplevelse af normal matematikundervisning, nye perspektiver på matematik, der opstår i interventionen, nye positioner eleverne oplever i klassen, samt hvordan deres oplevelser kan forstås som ændringer i forhold til deres matematiske identiteter. Afslutningsvis diskuterer jeg specialets metode, resultater og opstiller designprincipper for videre interventioner.

1.4 Matematikdidaktik

Matematikdidaktik er et internationalt bredt forskningsområde, og der vil ikke her præsenteres et udtømmende overblik over feltet. Derimod vil afsnittet indføre læseren i de specifikke perspektiver, der antages i specialet.

Genstandsfeltet for matematikdidaktisk forskning kan siges at indeholde hele matematikundervisningens problemfelt og søger hermed at:

”... bestemme, karakterisere og forstå de fænomener og processer, der indgår – eller kunne indgå – i matematikundervisning og matematiklæring. Sigtet er at klarlægge mulige årsagssammenhænge med henblik på at udvikle og forbedre matematikundervisning”. (Niss, 1993 i Blomhøj, 2016, s. 19)

Det er ikke muligt ud fra forskningsresultater at anvise specifik undervisning i et givent emne til en given elevgruppe. Forskningens potentiale i udviklingen af praksis kræver, at resultater og tilgange knyttes til de konkrete problemer og udfordringer, der viser sig i praksis (Blomhøj, 2016, s. 21). I Danmark er forskningsresultater med fokus på matematiklæring ikke udbredt blandt matematiklærere (Wahl Andersen & Weng, 2013), og praksis på grundskoleniveau er præget af stærke undervisningsfaglige traditioner, der kan begrænse forskningsbaseret udvikling (Blomhøj, 2016, s. 24). En måde at arbejde med forbindelserne mellem forskning og praksis kommer fra bl.a. Paul Cobb, en toneangivende forsker inden for det matematikdidaktiske felt, der beskriver matematikundervisning som en designvidenskab:

”...the collective mission of which involves developing, testing and revising conjectured designs for supporting envisioned learning processes.” (Cobb, 2007, s. 7)

I dén optik har matematikundervisning således et samlet formål, der retter sig mod at forbedre og støtte *forestillede læringsveje* (Misfeldt, 2010) gennem udvikling, test og revidering af design. Cobb ser denne designproces evident gennem forskellige aktørers forsøg på at designe matematikundervisning fra forskellige niveauer; nationalt-, regionalt-, skole-, og klasseniveau. Fælles for dem er, at de retter sig mod at forbedre elevers matematiske læring (Cobb, 2007).

En problemstilling i matematikdidaktisk forskning er børn og unges faldende interesse for matematik, hvilket i høj grad tilskrives den måde eleverne bliver undervist på i skolen (European Commission, 2007). Interessen er en af de mest signifikante forudsigelsesfaktorer for matematisk præstation og vedholdenhed over tid (Hannula m.fl., 2016, s. 20). Jo Boaler, matematikdidaktisk forsker, der er kendt for sine longitudinale studier af matematikundervisning i USA, underbygger dette. For hende er det generelle problem ved matematikundervisningen, at eleverne forventes at lære ved at sidde på rad og række og lytte til lærerens præsentation af løsningsmetoder, men ikke aktivt involveres i matematisk problemløsning. Denne passive tilgang til at deltage i undervisningen har været med til at skabe en udbredt modvilje mod faget matematik, der bl.a. afspejles i, at fire ud af ti voksne amerikanere beskriver, at de hadede matematikundervisning i skolen (Boaler, 2015). Denne tilgang, hvor læreren formidler og eleverne forventes at huske og lave træningsopgaver, vil i specialet refereres til som *traditionelt orienteret undervisning*, vel vidende at den indeholder et spektrum af forskellige undervisningspraksisser. Boaler beskriver det som paradoksalt, at der opleves denne modvilje mod matematik som fag i skolen, da matematik i fritiden og arbejdslivet kan være spændende og skabe interesse og engagement, som fx spillet Sudoku (Boaler, 2015).

I Danmark viser PISA's seneste undersøgelse med fokus på matematik, at interessefaldet for matematik er et kontinuerligt problem. De højest præsterende elever mister interesse og ihærdighed i faget på

mellemtrinnet (Egelund, 2013) og TIMMS resultater fra 2007, 2011 og 2015 viser at selvtillid og lyst til matematik er faldende (Lindhardt, 2017). Rapporten "Effektmåling af demonstrationsskoleforsøg" (Illum Hansen & Bundsgaard, 2016) viser, at den traditionelt orienterede matematikundervisning praktiseres i stor stil i Danmark hvor en stor del af den observerede undervisning "... var kendetegnet ved at være domineret af lærercentreret formidling og individuelt elevarbejde primært med træningsopgaver." (s. 4).

Matematikundervisningen adskiller sig fra de fleste andre fag, idet der undervises mindre innovativt (s. 24). Dette er problematisk, da der ikke nødvendigvis er sammenhæng mellem træning af færdigheder og en mere grundlæggende faglig forståelse. Det giver en ufuldstændigt opfattelse af faget, hvis eleverne kun arbejder med at bruge metoder og ikke med at udvikle dem, og eleverne kan få opfattelsen af "...at det i matematik udelukkende drejer sig om at huske, hvordan man gør, snarere end at finde ud af hvad man gør." (Skott, Hansen & Jess, 2008, s. 29). Når elever fra traditionelt orienterede klasseværelser kan lide matematik, er det netop, fordi det kun handler om rigtigt og forkert, og de ikke skal vurdere forskellige metoder. For resten af eleverne appellerer denne passive deltagelsesform dog ikke, hvilket forstyrrer deres tilknytning til og læring i faget. I matematikundervisning, hvor eleverne er aktive gennem fx matematiske diskussioner, flugter den tilknytning, de udvikler til faget i højere grad med de forestillinger om tilhørsforhold og identitet, de udvikler i deres hverdagsliv (Boaler, 2002).

Det matematikdidaktiske perspektiv, jeg anvender i specialet, er funderet i Boaler og Cobb's forestilling om matematikdidaktik som noget, der ikke udelukkende omhandler elevers ræsonnement. I deres perspektiv bør forskningen forholde sig til, hvordan elever tænker om sig selv i relation til matematik, og i hvilken grad de ser en værdi i og har udviklet en "forpligtelse" [*Obligation*] imod matematisk praksis, som det udspiller sig i klassen. (Cobb, Gresalfi, & Hodge, 2009). For matematikundervisning er der hermed et vigtigt mål i sig selv, at eleverne udvikler en matematisk interesse og ser matematisk aktivitet, som noget der er deres engagement værdigt (Cobb, 2007). Elevernes interesse tilgås herigennem i form af begrebet matematisk identitet – aspektet af en selv, der integrerer vores selvopfattelse, med opfattelsen af matematik og matematisk dygtighed (Boaler & Greeno, 2000).

1.5 Computerspil og matematik

I dette afsnit gives et indblik i forskningsfeltet computerspil, læring og matematik samt en beskrivelse af nogle af feltets problemstillinger. At se computerspil og læring som et homogent felt er ikke gavnligt (Egenfeldt-Nielsen, 2006). Brugen af spil i undervisningen bør forstås som en komplekst forhold mellem forskellige spilformater og forskellige undervisnings- og læringssituationer (Misfeldt & Hanghøj, 2016). Et skel, der kan antages i forhold til spil og læring, er, om spilleren, *spiller for at lære* eller *lærer for at spille* (Arnseth, 2006). Edutainmentspil, gamification og læringsspil bruger spil og spilelementer som ydre motivation til at lære spilleren fagligt indhold. I sådanne spil skal spilleren fx løse matematikopgaver for at komme videre i spillet. Dette kan ses som eksempler på at *spille for at lære*, da handlingen i spillet kun perifært har forbindelse til det indhold, der skal læres. Kommercielle spil som fx *Minecraft* kan ses som eksempler på at *lære for at spille*, da spilleren er nødt til at lære en række færdigheder i spillet for at komme videre og begå sig i spillet (Misfeldt & Hanghøj, 2016).

En undersøgelse blandt amerikanske matematiklærere på grundskoleniveau viser, at 74% bruger computerspil i undervisningen. Det er primært simple og kortvarige computerspil, selvom det er de mere komplekse computerspil, der ifølge forskningen indeholder det største potentiale for at give bedre faglige resultater. Der er stadig en række faktorer, der gør det svært for lærerne at integrere computerspil i undervisningen som overensstemmelse med curriculum og vurdering af læringsudbytte (Takeuchi & Vaala, 2014).

Der findes forskellige tilgange inden for forskning i matematikundervisning, hvor mulighederne for computerspil undersøges. Det er dog foruroligende, at nogle af de mest lovende egenskaber ved spil ikke bliver brugt til at fremme "*higher-order thinking*", men til at lave visuelt flotte øvelse og træningsspil (Connolly, Boyle, MacArthur, Hainey, & Boyle, 2012). Dynamikkerne i de fleste læringsspil bliver hurtigt genkendelige for spilleren, hvilket fører til tab af interesse og engagement (Lowrie & Jorgensen, 2015). Spørgsmålet, om man kan øge det matematikfaglige udbytte gennem computerspil i undervisningen, er centralt. Der er dokumenteret betydelige forbedringer af akademiske præstationer gennem brug af computerspil i sprog- og historieundervisningen, men forbindelsen er sværere at få øje på i forhold til matematik (Young m.fl., 2012). Et studie viser f.eks., at matematiklæringsspillet *DragonBox 12*¹ er mere engagerende for eleverne men ineffektivt, målt med matematiktest, i forhold til et ligningslæringsprogram (Long & Aleven, 2014, s. 9). Dette de ser som et eksempel på, at læringsspil kan være engagerende uden at man lærer dem. Spørgsmålet er så, om eleverne får et andet fagligt udbytte ud af sådanne aktiviteter, og hvordan de i så fald skal værdsættes? Brugen af digitale teknologier i matematikundervisningen påvirker både faget selv, læring i faget og undervisning i faget (Misfeldt, 2014), og når teknologien ændrer sig, vil behovet for, hvad matematisk uddannelse og undervisning bør bestå af ligeledes ændre sig (Bishop, 1991). Der er dermed en risiko for, at det mulighedsrum, der kan opstå når nye digitale teknologier, introduceres i undervisningen, begrænses af eksisterende curriculum og der derved ikke tages højde for, at brugen af digital teknologi i matematikundervisningen kan være medbestemmende for netop curriculum. James Paul Gee's arbejde rummer i den forbindelse to væsentlige konsekvenser for matematikundervisningen. Han pointerer, at der med computerspillene opstår nye former for *literacy*, og at computerspilmiljøer i sig selv skaber og fremmer nye engagerende muligheder for læring (Lowrie & Jorgensen, 2015). Som Gee forstår Literacy, er det indlejret i en bredere kulturel kontekst, så det handler om langt mere end at læse og skrive, men om hvem vi er, og hvad vi gør, når vi tager del i forskellige livsverdener (Gee, 2003). En væsentlig pointe er her, at et computerspil ikke blot bør ses som en læringsressource i sig selv, men kan konstitueres som en, på forskellige måder i undervisningen. For at forstå denne konstituering må man tage hensyn til elevernes "*gaming literacies*" – i form af fx deres forståelser for og oplevelser med computerspil (Silseth, 2012, s. 79). I den forbindelse peges på, at matematikundervisning med computerspil kan medvirke til at tydeliggøre koblinger mellem elevernes hverdag og læring i skolen (Logan & Woodland, 2015) og styrke deres opmærksomhed mod matematik i hverdagen (Ke, 2014).

Et problem er, at den matematik, der findes i kommercielle computerspil i form af bagvedliggende algoritmer, variable, ofte er usynlig for spilleren. Den måde, spilleren kan bruge matematik på i computerspillene, stemmer derfor ikke nødvendigvis overens med elevernes opfattelse af matematik som skolefag. Dermed er det ikke sikkert, at computerspil, der indeholder matematik, kan bruges i matematikundervisningen. Samtidig kan en for tydelig eksplicitering af matematikken i spillet risikere at forstyrre elevernes engagement i spillet (Lowrie & Jorgensen, 2015).

¹ <http://dragonbox.com/products/algebra-12>

1.6 Minecraft

Dette afsnit beskriver det kommercielle computerspil *Minecraft*, der i specialet undersøges gennem en intervention i matematikundervisningen. *Minecraft* spilles fra første persons perspektiv, hvor spilleren bevæger sig frit rundt i en virtuel verdenen med betydelig frihed i forhold til, hvornår og hvordan forskellige mål tilnærmes (Bos m.fl., 2014). Spillet er et *Sandbox* spil, hvilket refererer til børns leg i sandkasser, hvor der ikke er regler, og legen ikke har et prædefineret slutpunkt². Spilverdenen er repræsenteret gennem simple kubiske blokke i tilfældigt genererede verdener.



Figur 1

Figur 1 viser et billede fra *Minecraft*, som det ser ud for spilleren. Spilleren kan fjerne og placere blokke og dermed genskabe alt, hvad der er muligt at konstruere gennem de blokbaserede elementer. Det kan sammenlignes med firkantede pixels i lavopløsningsbilleder, hvor man ved simple elementer som pixels kan skabe forskellige billeder. Mange af blokkene i *Minecraft* har forskellige funktionaliteter: Redstone kan transportere signaler, der kan vokse græs op af jordblokkene og kul kan bruges i ovnblokkene. Dette tillader spilleren at bygge både statiske repræsentationer, men også komplekse maskiner og miljøer i kraft af blokkenes funktionalitet. *Minecraft* kan spilles både som *singleplayer* og serverbaseret *multiplayer*, hvor man kan arbejde med eller mod hinanden (Nebel, Schneider, & Rey, 2016). Der er forskellige spilstilstande fx *Creative*, hvor spilleren har en ubegrænset mængde af blokke og kan flyve frit rundt i verdenen, samt *Survival* med forskellige sværhedsgrader, der afgør hvor avancerede, de fjendtlige skabninger i spillet er (Bos m.fl., 2014). I *singleplayer* tilstand er nøgleaktiviteterne konstruktion og overlevelse. Spillet er designet, så de tidlige stadier af overlevelsestilstand skubber spilleren hen mod at udforske omgivelserne og lære at bygge samtidig med at spillet opbygger en følelse af fordybelse hos spilleren. Spillets succes kan

² https://en.wikipedia.org/wiki/Glossary_of_video_game_terms

gennem en spilanalytisk betragtning tilskrives indbyrdes relationer og spændinger mellem disse to aktiviteter (Duncan, 2011).

En undersøgelse af danske børns computerspilsvaner viser, at *Minecraft* er det 3. mest populære computerspil blandt 10 til 18-årige med den mest jævne fordeling af pige og drenge spillere. 64 % af spillerne er drenge og 34 % er piger (Helsborg, 2015). I efteråret 2014 blev Mojang, firmaet der ejede *Minecraft*, solgt til Microsoft for 2,5 milliarder dollars (Owen, 2014).

1.7 *Minecraft* og matematikundervisning

Minecraft bliver allerede brugt som undervisningsværktøj, og der eksisterer flere fællesskaber af underviserne, der bruger det (fx "Minecraft Teachers", 2016). I interventionen bruges *MinecraftEdu* - en modifikation af *Minecraft* designet af lærere ("MinecraftEdu wiki", 2016). Den indeholder flere lærervenlige elementer end den oprindelige version fx nemmere konstruktionsværktøjer, simplere serverkontrol og værktøjer til at administrere eleverne (Nebel m.fl., 2016). *MinecraftEdu* er spillet af over 30 millioner spillere og blev tidligt i 2016 overdraget til Microsoft ("TeacherGaming LLC", 2016), der pt. i gang med lanceringen af "*Minecraft Education Edition*" M:EE, der bygger på de tidlige erfaringer fra *MinecraftEdu* tilføjet nye funktioner, der skal gøre spillet mere tilgængeligt og effektivt i undervisningssituationer ("Minecraft Education Edition FAQ", 2016). På Figur 2 vises nogle af de muligheder der findes i lærermenueen i *MinecraftEdu*.

Minecraft i undervisningen er blevet undersøgt i forbindelse med en række af forskellige fagområder som arkitektur og historie, bæredygtig planlægning, modersmålsundervisning, digital historiefortælling, sociale færdigheder m.fl.

(Nebel m.fl., 2016). Mange af fordelene ved at bruge *Minecraft* i undervisningen udspringer direkte af, at blokkene kan placeres så de reproducerer nærmest et hvert statisk objekt eller form. En begrænsning ved at bruge *Minecraft* i undervisningen er dog, at spillets oprindelige hensigt er baseret på en spillestil, hvor spilleren sætter egne mål gennem udforskning og opdagelse. Dette forøger udfordringen med at kontrollere og sætte begrænsninger for spillerne, da det krænker spillets oprindelige grundprincip (Nebel m.fl., 2016). Der er dermed specifikke måder, hvorpå spillet skaber fordybelse for spilleren og inklusionen af fx instruktioner i spillet vil virke ubehageligt og påtrængende i et spil designet mod at skabe en naturalistisk oplevelse. Der argumenteres for, at spændingerne mellem konstruktion og overlevelse ikke blot er nøglen til spillets succes, men ligeledes til succes for de eksperimenter, der bruger *Minecraft* til andre formål (Duncan, 2011).

Der findes artikler, hjemmesider og ikke publicerede dokumenter, der foreslår aktiviteter til brug af *Minecraft* i matematikundervisningen og sætter *Minecraft* i forbindelse med ønskværdige



Figur 2

uddannelsesmæssige standarder og potentialer i forhold til matematik (fx Bos m.fl., 2014; Floyd, 2016; Tromba, 2013). Fælles for dem er svag eller fraværende empiri, der støtter teksternes argumentation og når den er tilstede, antager den anekdotisk karakter. Gennem litteratursøgninger har det ikke været muligt at finde litteratur, der gennem videnskabelig brug af empiri direkte belyser læring af matematik og brugen af *Minecraft* i matematikundervisningen. Dette er i sig selv et interessant fund, der understøttes af, at der i de 12 højest rangerende journaler for forskning i matematikuddannelse (Törner & Arzarello, 2012) ikke er nogle resultater på søgeordet "*Minecraft*". Dette afsnit er ikke et reelt litteraturreview, men for at vise, at denne påstand er underbygget af etablerede litteratursøgningsteknikker (Forsmann & Neumann, 2015) kan specialets metodiske tilgang til litteratursøgning omkring *Minecraft* og matematik ses på bilag nr. 13. Sluttelig fandt jeg tre empirisk baserede artikler, der bidrager til en forståelse af emnet.

To artikler tager udgangspunkt i modificerede udgaver af *Minecraft*. Morelli (2015) beskriver to modifikationer til *Minecraft*, der tillader, at matematikspørgsmål kan introduceres i spillet, således at spilleren sættes på pause indtil, der er svaret på spørgsmålet og introducerer matematiske missioner i gennem interaktive søjlediagrammer. En anden artikel introducerer en modifikation, der er et matematikspil i *Minecraft*. Her er intentionen at: "...tvinge spilleren til at øve matematik..." (Al-Washmi m.fl., 2014, s. 12) hvilket rapporteres at være problematisk, fordi erfarne spillere bruger tidligere erfaringer til at spille *Minecraft* og ikke modifikationen. Artiklerne arbejder med curriculummatematik, der tilsættes *Minecraft* i form af matematiske spørgsmål, der skal løses før spilleren kan komme videre. Matematikken er altså ikke tilstede som en integreret del af spillernes handlemuligheder i *Minecraft*, men bliver brugt til at lave det Lowrie og Jorgensen (2015) beskriver som træningsspil, hvor koblingen mellem matematik og spil er en ydre motivator for et faglig indhold (Misfeldt & Hanghøj, 2016). Denne indgangsvinkel er udtryk for en tilgang til brugen af *Minecraft* i matematikundervisningen, hvor koblingen mellem de to tager form som edutainment eller gamification.

Køhrsen og Misfeldt (2015) har foretaget et etnomatematisk studie, der søger at forstå børns fritidsaktiviteter i *Minecraft* gennem matematiske begreber. De forholder sig ikke til, hvordan *Minecraft* kan bruges i undervisningen, men giver mulighed for at forstå en række af de aktiviteter børnene laver med *Minecraft* i fritiden som matematiske. De konkluderer, at *Minecraft* udfordrer børnene til at visualisere og systematisere konstruktioner, når de forsøger at realisere deres ønske om helhed, symmetri og æstetik. Desuden fremhæver de, at krævende konstruktioner stammer fra børnenes eget spilnarrativ og beundring af andres arbejde.

1.8 Afgrænsning

Som fremhævet i forrige afsnit mister børn og unge interessen for matematik gennem deres skoletid, mens *Minecraft* både er populært blandt børn og undervisere i form af *MinecraftEdu*. Dette konstituerer et potentiale for at bruge spillet i undervisningsøjemed for at koble matematisk faglighed med elevernes hverdagsoplevelser og derigennem påvirke elevernes matematiske identitet og faglige interesse. Aktiviteter i *Minecraft* kan beskrives som matematiske, men der er endnu ikke empirisk forskning i forhold til *Minecraft* og læring i matematikundervisningen. Specialets undersøgelse af problemformuleringen peger dermed direkte på et underbelyst område i forskningen og søger at bidrage med viden omkring dette.

Specialets genstandsfelt er afgrænset til at fokusere på elevernes oplevelse af deltagelse i et undervisningsforløb, hvor *Minecraft* indgår. Det beskæftiger sig hverken med spildesign af *Minecraft*, eller direkte med interaktion mellem børn og computer eller lærerens egen didaktisering af spillet. Det beskæftiger sig ligeledes ikke med at lave matematikfaglige vurderinger af elevernes udbytte i forhold til etablerede matematikfaglige standarder.

2 Metodologi

Her præsenteres specialets metodologiske tilgang, der bygger på en videnskabsteoretisk kobling mellem *pragmatisme* (Goldkuhl, 2012), der bruges præsriptivt til at begrunde specialets intervenserende designlogik, samt et *dialogisk erkendelsesperspektiv*, der bruges deskriptivt i forhold til den indsamlede empiri. Specialet gør brug af *designeksperimenter* (Cobb, Stephan, McClain, & Gravemeijer, 2010) som en metode, der muliggør undersøgelse af elevernes oplevelse af matematikundervisningen. Dette sker gennem domænespecifikke teorier knyttet til elevernes *positioner* (Hetmar, 2016), *perspektiver* (Kazak, Wegerif, & Fujita, 2015), *matematiske identiteter* (Cobb m.fl., 2009) og *valideringskriterier* (Hanghøj, 2012). I følgende afsnit præsenteres metodologien og undersøgelsens kontekst.

2.1 Videnskabsteoretisk afsæt

I specialet anvendes *pragmatisme* og en *dialogisk erkendelsesteoretisk* tilgang, der samlet set udgør det videnskabsteoretiske ståsted. Disse to tilgange, samt koblingen mellem dem, præsenteres i dette afsnit.

2.1.1 Pragmatisme

Pragmatisme antager, at konkrete handlinger i verden er en central del af at skabe viden og bruges generelt i forbindelse med designeksperimenter (Barab & Squire, 2004). I specialet bruger jeg perspektivet gennem en forståelse for matematikundervisningen som en designvidenskab (Cobb, 2007) til at begrunde og forstå de interventioner med *Minecraft*, jeg foretager i undervisningen gennem et designeksperiment (Cobb m.fl., 2010). Pragmatismen er i sin oprindelige form en amerikansk filosofisk retning, der er udviklet af Peirce, James, Mead og Dewey (Cherryholmes, 1992 i Creswell, 2009, s. 10). Dewey ændrede den traditionelle erkendelsesteoretiske opfattelse af virkeligheden som noget afkoblet fra menneskelig viden, ved at fokusere på menneskers aktiviteter i den virkelighed, hvor de faktisk lever deres liv. Hermed afvises dikotomien mellem en virkelighed afkoblet fra menneskers erkendelse, og de ideer mennesket har om denne virkelighed (Cobb, 2007). Der er ikke et kategorisk skel mellem praktisk og teoretisk viden, der i stedet udgør enderne af et kontinuum af vidensformer. Viden, der enten kun er teoretisk eller praktisk degenererer i Deweys optik til "ikke viden", da det enten vil forme sig som tom spekulation eller reproduktion af praktiske aktiviteter (Misfeldt, 2014).

"Viden er således kun viden hvis det tillader os at forudsige, fremskrive, reflektere og gøre i verden" (Dewey, 1916, kapitel 11 i Biesta, 2010 i Misfeldt, 2014, s. 33).

Et dynamiske samspil mellem teori og praksis i specialet sker gennem anvendelsen af begrebet forestillet læringsvej i interventionen, hvor jeg fremskriver en hensigt med designet der afprøver i praksis med teoretisk refleksion over dette. I pragmatisme er viden ikke færdiglavet i rationalistisk forstand, men konstrueres kontinuerligt af aktive væsener. Der antages ikke *en* forudbestemt destination eller *et* endepunkt. Virkeligheden defineres således som blivende skabt af og oplevet gennem menneskelig aktivitet og findes ikke andre steder end i den aktive oplevelse, men skabes kun når den er en del af et miljø, hvor personer agerer (Strübing, 2007). En ides eller et koncepts betydning er de praktiske konsekvenser af ideen eller konceptet og ses som de forskellige handlinger, vi udfører baseret på vores forestillinger om konceptet (Goldkuhl, 2012). Ting er derfor ikke bare meningsløse, hvis de ikke "handles på" (are acted upon), men i fraværet af interaktion ophører de i det hele taget med at have en eksistens for os som ting (Strübing, 2007, s. 555). Specialet antager dette perspektiv i en orientering mod en endnu ikke realiseret verden, hvor viden bruges til at gøre en meningsfuld forskel i praksis. Dette markerer en interesse for både hvad der *er*, men også for hvad der *kunne være* (Goldkuhl, 2012). Når specialet anvender pragmatisme, er det for at begrunde designinterventionen som en valid undersøgelsesmetode og forstå interventionen som en kontekst, der konstrueres kontinuerligt i forskerens møde med den.

2.1.2 Et dialogisk perspektiv på læring, viden og identitet.

Specialet sigter mod at forstå mødet mellem en matematisk faglighed situeret i klasseværelset og *Minecraft* som et spil eleverne har mødt og har erfaringer med uden for skolen. Det sociokulturelle udgangspunkt - her gennem en dialogisk tilgang til erkendelse - anvendes fordi det muliggør undersøgelse af elevernes oplevelser og koblinger mellem de forskellige domæner, der aktualiseres i undervisningen. Følgende præsenteres det dialogiske syn på erkendelse som et vidensteoretisk perspektiv.

Perspektivet er oprindelig udviklet af den russiske filosof Mikhail Bakhtin og siden videreudviklet af bl.a. Kazak, Wegerif & Fujita (2015). Bakhtins dialogiske filosofi kan forstås som et sociokulturelt teoretisk perspektiv på kundskab og læring (Dysthe, 2003). Det dialogiske perspektiv har den værdi, at det både ser elevernes aktivitet situeret i forhold til deres umiddelbare læringsmiljø, men samtidig situeret i elevernes erfaringer med at deltage i specifikke grupper og fællesskaber uden for skolen. Derfor har det dialogiske perspektiv potentialet til at informere udviklingen af designs, hvor diversiteten af praksisserne uden for skolen, som eleverne deltager i, behandles som en undervisningsressource og ikke en forhindring (Cobb, 2007).

For Bakhtin er *det dialogiske* ikke blot en reference til dialogen mellem mennesker, men en del af en specifik og original måde at forstå mening og meningsdannelse på (Wegerif, 2006). Dialog er kontinuerligt struktureret af spænding og konflikt mellem de konverserende, mellem selvet og andre, når en stemme ændres eller brydes mod en anden. Det er denne spænding mellem selvet og andre, sammenstillingen af relative perspektiver og kampen mellem konkurrerende stemmer, der former alt diskurs og er centralt for forståelse som en dynamisk og sociokognitiv hændelse (Nystrand, Gamoran, Kachur, & Prendergast, 1997, s. 8). En dialogisk relation mellem to stemmer kræver, at der er en form for *usammenlignelighedskløft* (gap of incommensurability) der adskiller dem. Denne kløft er essentiel for dannelsen af mening, og således kan to stemmer ikke eksistere uden denne, da stemmerne i så fald ville falde sammen og udvekslingen af mening ville stoppe (Kazak m.fl., 2015, s. 107).

Bakhtin skelner mellem den autoritative stemme, der bliver uden for selvets ord og "*den indvendigt overtalende stemme*" der træder ind i selvets ord, hvilket bliver centralt i forståelsen af dialogisk meningsdannelse (Bakhtin, 2010). Netop kontrasten mellem den autoritative stemme og den overtalende stemme kan ifølge Wegerif forstås som en teori om læring, hvor læring finder sted gennem at appropriere andres stemmer og inkorporere dem i et eksisterende repertoire af stemmer, hvor individet giver dem egne associationer og resonanser (Wegerif, 2006, s. 59). Det overtalende ord:

"...awakens new and independent words, organizes masses of our words from within and does not remain in an isolated and static condition: it is not finite but open; in each of the new contents that dialogue it, this discourse is able to reveal ever new ways to mean."
(Bakhtin, 1981 i Wegerif, 2006, s. 29)

Således er dette overtalende ord med til at forandre og udvide selvets mulige perspektiver på verden. Den dialogiske forståelse af erkendelse vil især blive aktuell i analysen, hvor et dialogisk perspektiv på matematiklæring er en del af det begrebsapparat, der bruges (Kazak m.fl., 2015). Dette perspektiv vil blive yderligere uddybet i teori afsnittet.

2.1.3 Koblingen mellem dialogisk erkendelse og pragmatisme.

Specialet kombinerer et pragmatisk og et dialogisk perspektiv på matematiklæring gennem *Minecraft*. Begge perspektiver orienterer sig mod forståelse af verden. Men hvor det fortolkende og dialogiske perspektiv antager at forståelse og beskrivelse har værdi i sig selv, antager det pragmatiske perspektiv at

forståelse i højere grad opnås i relation til de forandringer og handlinger, som forskeren skaber i verden. Ifølge Goldkuhl kan man tale om fortolkende og pragmatiske paradigmer, der kan berige hinanden. Det fortolkende (dialogiske) perspektiv på verden kan således spille en vigtig rolle i handlingskonteksten og kan dermed bruges til at guide handlinger (Goldkuhl, 2012).

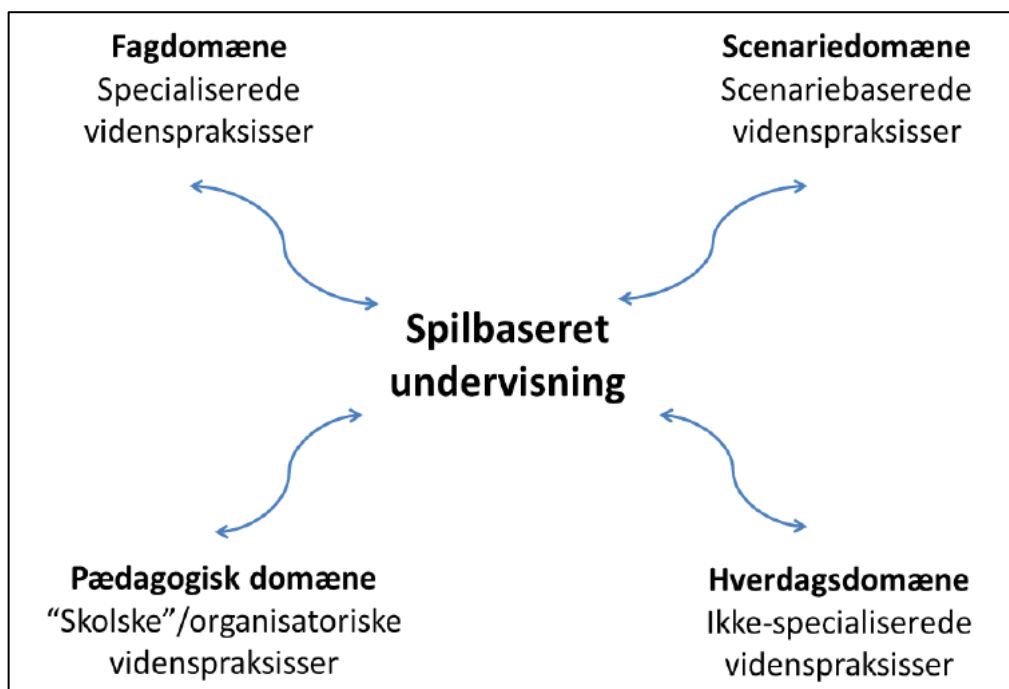
I henhold til Goldkuhl anbefalinger om at lade det ene paradigme være instrumentel for det andet (Goldkuhl, 2012) ser jeg det pragmatiske paradigme som det fundamentale paradigme. Det understøttes af et dialogisk paradigme, der især anvendes til at forstå de deltagende elevers oplevelser. I den forstand tager specialet en pragmatisk tilgang til vidensproduktion gennem en designintervention og en dialogisk tilgang til at forstå læring, som det udspiller sig i den gennemførte intervention. Undervisningsforløbet, der designes og redesignes, forstås som de handlinger jeg gør som forsker i en pragmatisk tilgang til vidensproduktion. Elevernes oplevelse af undervisningsforløbet forstås således som konsekvenserne af handlinger, jeg forsøger at blive klogere på ved at fortolke disse gennem et dialogisk syn på erkendelse.

2.2 Teori

Her præsenteres specialets teoretiske ramme. Den anvendes til dels præskriptivt i begrundelse af designinterventionerne og deskriptivt i analysen. Den teoretiske ramme består af domænemodellen (Hanghøj, 2012), teorien om matematiske identiteter (Cobb m.fl., 2009), perspektivskift som konceptuel udvikling (Kazak m.fl., 2015) samt positioneringsteori i scenariebaseret undervisning (Hetmar, 2016).

2.2.1 Domænemodellen

Thorkild Hanghøj (2012) introducerer en model, der beskriver spilbaseret undervisning som et samspil mellem et fagdomæne, et pædagogisk domæne, et scenariedomæne samt et hverdagsdomæne. Elever og lærere, der indgår i spilbaseret undervisning, vil aktualisere viden gennem de fire domæner, hvilket ofte skaber spændinger, da de hver især indeholder specifikke kriterier for, hvad der tæller eller ikke tæller som gyldig viden. Spilbaseret undervisning bør således forstås som en forhandling af mening på tværs af de fire domæner (Hanghøj, 2012). I Specialet betegnes teorien *domænemodellen*. Den illustreres på Figur 3.



Figur 3 (Hanghøj, 2012, s. 6)

Et domæne forstås som en familie af videnspraksisser inden for en bestemt videnstradition, der indeholder specifikke måder, hvorpå viden opfattes som værende gyldig samt specifikke måder at handle og forstå verden på. Hanghøj pointerer, at det i høj grad er afhængig af, hvordan undervisere skaber koblinger mellem de fire domæner, der afgør om brugen af spil i undervisningen bliver meningsfuld (Hanghøj, 2012). En meningsfuld kobling fra specialet er når eleverne oplever, at de kan bruge deres matematiske viden om koordinatsystemet (fagdomænet) til at finde lokationer, der vil give mening for dem at finde i deres fritidsaktiviteter med *Minecraft*, hvilket vurderes som gyldig viden i forhold til hverdagsdomænet. En konflikt mellem domæner er, når elever oplever, at de ikke kan koble matematikfaglige mål (fagdomænet) med de måder, hvorpå undervisningen er organiseret (Det pædagogiske domæne) eller til meningsfulde aktiviteter i *Minecraft* (Hverdagsdomænet).

De fire domæner i modellen forklares nærmere her.

- **Fagdomænet:** Fagdomænet knytter sig til de specialiserede videnspraksisser og gyldighedskriterier der tilhøre den faglige disciplin, der arbejdes med i undervisningen. I specialet er denne faglige disciplin matematik.
- **Det pædagogiske domæne:** Det pædagogiske domæne omhandler de organisatoriske videnspraksisser, det tilhører institutionen hvor undervisningsforløbet gennemføres. I specialet er dette de videnspraksisser og gyldighedskriterier der knytter sig til skolen og omhandler fx elevernes forestillinger om, hvad man bør gøre eller ikke gøre i skolen.
- **Hverdagsdomænet:** Hverdagsdomænet knytter sig til ikke specialiserede videnspraksisser som praktiseres uden for skolen, der i større eller mindre grad er aktualiserede i undervisningen. I specialet forstås disse som de ikke specialiserede videnspraksisser, eleverne knytter til deres familie- og fritidsliv - fx erfaringer med spil og indbyrdes venskaber og forhold til andre elever.
- **Scenariedomænet:** Scenariedomænet knytter sig til det fiktive eller konstruerede domæne, der opstår gennem brug af et spil i undervisningen. Således er det knyttet til videnspraksisser, hvor eleverne aktivt deltager og får mulighed for at reflektere over udfaldet af bestemte scenarier. I specialet vil dette fx være, når eleverne arbejder undersøgende og eksperimenterende med *Minecraft* i undervisningen.

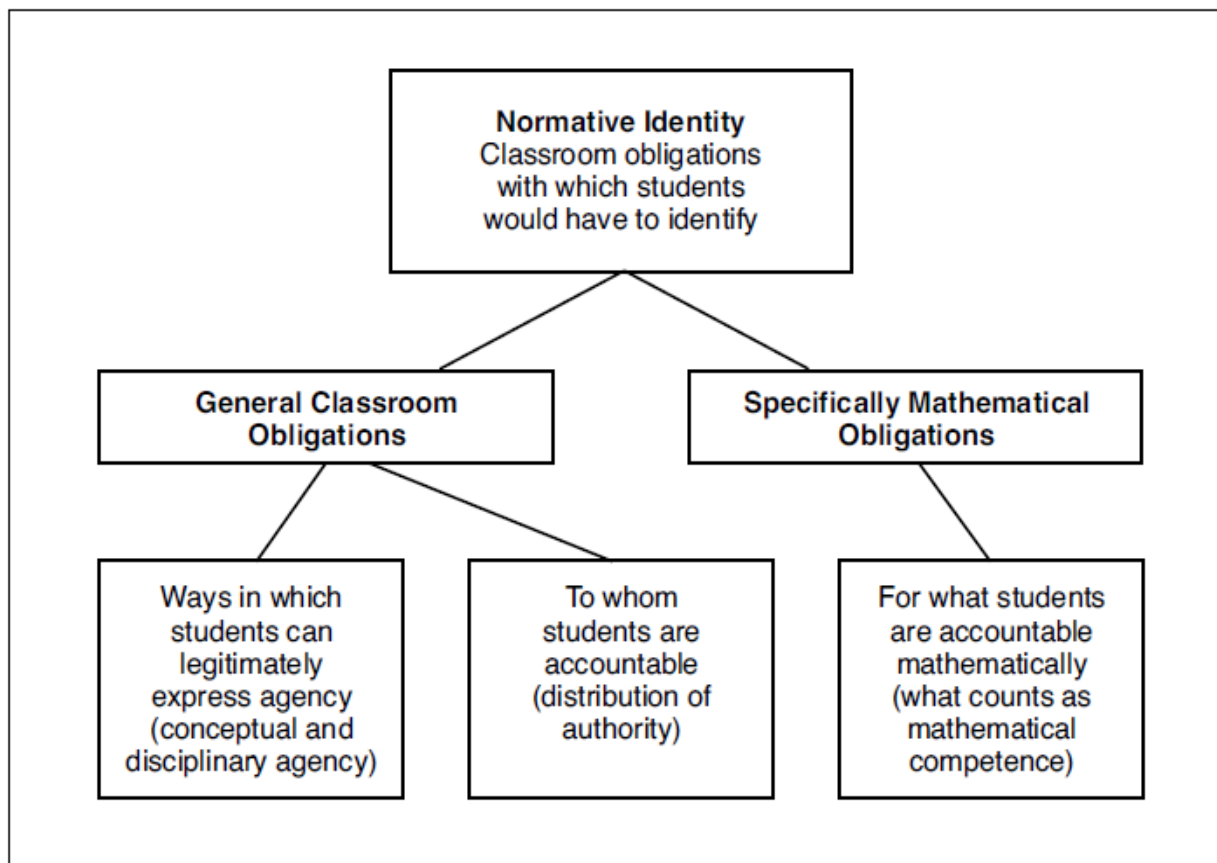
(Hanghøj, 2012, s. 5)

I specialet vil modellen både bruges deskriptivt i forhold til at belyse, hvordan undervisningsforløbet med *Minecraft* kan forstås igennem de fire domæner og præskriptivt i design af undervisningsforløbet.

2.2.2 Matematiske identiteter.

Cobb, Gresalfi og Hodge (2009) har udviklet et analyseredskab til at undersøge de identiteter, som elever udvikler i matematikundervisningen. Dette og de bagvedliggende teoretiske antagelser bliver i specialet refereret til som *teorien om matematiske identiteter*. Gennem den undersøges, hvordan eleverne oplever matematikundervisning normalt og med *Minecraft*. Her beskrives teorien og de væsentligste begreber den opererer med. To centrale koncepter er *normativ identitet* - den forståelse, af hvad det vil sige at være "en der 'gør' matematik" (a doer of mathematics), der opstår i klassen og de *personlige identiteter*, som eleverne udvikler, når de deltager i undervisningens aktiviteter (Cobb m.fl., 2009, s. 4).

Den normative identitet refererer til det som eleverne oplever, de skal affiliere sig med for at blive kompetente matematikerelev som dette realiseres i undervisningen. Det forstås som de *matematiske forpligtelser*, der afgrænser og konstituerer rollen som effektiv matematikerelev i et specifikt klasserum. Disse er ikke foreskrevet, men konstitueres gennem de måder, hvorpå elever og lærer forstår forventningerne til hinandens handlinger og de normer, de forsøger at opfylde ved at handle i overensstemmelse med disse forventninger (Cobb m.fl., 2009) på Figur 4 illustreres facetterne af den normative identitet.



Figur 4 (Cobb m.fl., 2009, s. 7)

Herunder vil de enkelte begreber der konstituerer den normative identitet beskrives og eksemplificeres:

- **Autoritet:** Dette omhandler, hvem der bestemmer, og hvem eleverne er ansvarlige overfor. Fx om eleverne gives mulighed for at indgå i beslutningsprocesser vedr. fortolkning af opgaver, om løsningsmodeller er rimelige og legitime. I specialet ses et eksempel på distribution af autoriteten, når eleverne beskriver, at de sammenligner resultater med hinanden for at se om det er rigtigt. Det er her et udtryk for at de har andel i af vurdere løsningers legitimitet og dermed deler autoriteten med læreren (Bilag 4, s. 10). Når eleverne derimod beskriver, at man skal spørge lærere, hvis man vil være helt sikker er det et udtryk for at læreren har autoriteten (Bilag 3, s. 9). Fordelingen af autoritet er tæt knyttet til begrebet agency.
- **Agency:** Dette refererer til elevens kapacitet til at handle, og hvordan eleverne er i stand til at handle legitimt i matematikundervisningen. I specialet bruges begrebet *handlemuligheder*, der findes i to grundformer.
 - **Begrebslige handlemuligheder:** Omhandler at vælge metoder, udvikle meninger og relationer mellem begreber og principper. Fx når eleverne fortæller om, at det er godt, når de overrasker læreren ved at komme med alternative beregningsmetoder og nye måder læreren ikke har opdaget (Bilag 1, s. 9).
 - **Disciplinære handlemuligheder:** Omhandler at bruge etablerede løsningsmetoder hvilket ses når eleverne fortæller om, at læreren viser en metode på tavlen, de efterfølgende skal bruge til at løse en opgave (Bilag 3, s. 7).
- **Specifikke matematiske forpligtelser:** Omhandler hvad eleven er ansvarlig for i forhold til matematisk argumentation og ræsonnement. Et eksempel på dette ses gennem en beskrivelse af at eleverne ser det som et succeskriterie, når de bliver først færdige med en opgave og dermed føler sig matematisk kompetente ved at være hurtige (Bilag 2, s. 7).

(Cobb m.fl., 2009, s. 5–6)

Den normative identitet beskæftiger sig samlet med elevernes handlemuligheder, hvem de er ansvarlige overfor (autoritet) samt hvad de er ansvarlige for (specifikke matematiske forpligtelser)(Cobb m.fl., 2009).

Den personlige identitet handler om, hvordan eleverne tænker om dem selv i relation til matematik, og hvorvidt de udvikler en forpligtelse mod og ser værdi i matematik, som det realiseres i klasselokalet. Der findes tre typiske måder, hvorpå elever forholder sig til matematikundervisningen. Der hvor eleven *identificerer* sig med undervisningen, *blot samarbejde* med læreren eller *modsætter* sig at indgå i matematiske aktiviteter og udvikler identiteter i opposition til matematikundervisningen. De elever, der identificerer sig med undervisningens matematiske aktivitet, vender forpligtelser-til-andre, til forpligtelser-til-dem-selv. Forpligtelser-til-andre forbliver forpligtelser-til-andre for elever, der blot samarbejder med læreren (Cobb m.fl., 2009).

2.2.3 Perspektivskift som konceptuel udvikling

I specialet anvendes Kazak, Wegerif og Fujitas (2015) tilgang til forståelse af matematiklæring for at tydeliggøre, hvordan koblinger og konflikter mellem domæner og elevpositioner forstås som en del af elevernes konceptuelle udvikling. Teorien er en udvidelse af det dialogistiske videnskabsteoretiske erkendelsessyn, specifikt i forhold til matematik.

En dialogisk relation mellem to stemmer kræver, at der er en form for *usammenlignelighedskløft* (gap of incommensurability), der adskiller dem. Denne kløft er essentiel for dannelsen af mening, og således kan to stemmer ikke eksistere uden denne, da stemmerne i så fald ville falde sammen, og udvekslingen af mening ville stoppe. I en dialog er den anden part uden for en selv, men optræder ligeledes som en stemme i en selv. Denne stemme kan forstås som en *overtalende stemme*, der træder ind i ens ord og ændrer dem indefra eller den *autoritative stemme*, der bliver udenfor selvet. Denne stemme kan man affinde sig med eller yde modstand imod, men ikke gå i dialog med. Et nøgleelement i konceptuel udvikling er at se eller opleve fra et synspunkt uden for en selv som fra en udefrakommende stemme. Et sådant perspektivskift medieres af en udefrakommende stemme tilhørende en anden person, en kulturel genstand eller superadressenten – den tredje stemme i en dialog, der repræsenterer en form for personificering af en generel opfattelse af andethed (Kazak m.fl., 2015). To begreber er centrale i forståelsen af konceptuel udvikling som perspektivskift:

- **Træde et skridt tilbage:** En essentiel del af et perspektivskift består i at "*træde et skridt tilbage*". For at bringe et synspunkt, der oprindeligt lå uden for en selv ind i dialogen, er det nødvendigt at man skifter perspektiv og ser ens oprindelige position som fra et perspektiv der ligger uden for en selv. En forudsætning for dette er at træde tilbage og "*af-identificere*" sig med sin oprindelige position. Dette ses fx gennem elevernes forventninger til undervisningsforløbet og deres efterfølgende vurdering. Mads beskriver indledningsvist, at han ikke vidste koordinatsystemet kunne bruges i *Minecraft*, men troede det bare var noget han skulle lære i matematik, senere at koordinatsystemet *kan* bruges i *Minecraft* og ikke kun er noget, der skal læres i matematik (Bilag 1, s. 11).
- **Augmentation:** Konceptuel udvikling forstås ikke som lineær, men indebærer en udvidelse af rækken af perspektiver, der kan tages i forhold til et emne. Udvikling kan dermed forstås som en forøgelse og berigelse af det oprindelige synspunkt gennem tilføjelsen af nye udefrakommende synspunkter. Dette ses, når eleverne beskriver nye perspektiver i forhold til koordinatsystemet. Fx når Maja beskriver det ved at sammenligne det med konceptet adresse (Bilag 3, s. 12).

(Kazak m.fl., 2015, s. 7–8)

I analysen belyser teorien, forholdet mellem forskellige oplevede perspektiver og hvordan perspektivskift kan forstås som konceptuel udvidelse af matematiske begreber og ændrede opfattelser om verden og matematik

2.2.4 Positioneringsteori i scenariebaseret undervisning.

I specialet bruges Vibeke Hetmars (2016) begrebsapparat til at forstå, hvilke positioner der bliver tilgængelige for eleverne gennem interventionen.

Scenariebaseret undervisning trækker på praksisformer, der er forankret uden for skolen, hvilket vil kunne udfordre interaktions og kommunikationsformerne fra skolens domæne. Videns- og praksisformer uden for skolen ændrer nemlig ofte karakter, når de inddrages i skolen og underlægges skolens interne logik og interaktionsformer. Begrebsapparatet anvendes til at beskrive de interaktions og praksisformer der udfolder sig i klasserummet. Lærer og elev forstås som *roller*, der rammesætter og afgrænser de tilgængelige *positioner* for hhv. lærer og elev. Hvor en rolle henviser til de anerkendte og konventionelle handlemåder og relationer, der er tilstede i den specifikke institutionaliserede kontekst (Hetmar, 2016). I specialet forstås undervisningsforløbet med *Minecraft* som scenariebaseret undervisning, da forløbet netop trækker på praksisformer i forhold til at spille spil, som eleverne oplever uden for skolen – det, domænemodellen beskriver som spilbaseret undervisning, forstås her som en specialisering af scenariebaseret undervisning. Her præsenteres de centrale begreber i teorien:

- **Position:** En position rummer det, at man kan positionere sig eller blive positioneret som fx kompetent eller ikke kompetent. En position er dynamisk, foranderlig og relativ i den forstand, at en position forudsætter den komplementære position hos en anden og er noget eleverne besætter eller tildeles. I undervisningen er elevernes mulige positioner i høj grad afhængig af lærerens praksis og hvilke positioner, de tildeles gennem denne. Samspillet mellem positioner eleverne tilbydes, og hvordan de reelt positionerer sig er dog ofte meget komplekst. I specialet ses eksempler på, at en position tildeles, når en elev italesætter en anden elev som værende god til matematik. (Bilag 3, s. 9)
- **Diskurstråd:** Henviser til en identificerbar del af en diskurs med en form for selvstændigt betydningsindhold. Denne kan enten være implicit eller eksplicit. I situationer hvor der kun er *en* diskurstråd og deltagerne i interaktionen forholder sig til den, kaldes det en *Storyline*. Diskurstråde er interessante at kigge efter, da de kan tydeliggøre elevernes ledsagende positionsmuligheder. En identificeret diskurstråd i specialet handler om, at når elever søger hjælp hos hinanden, opleves det som at de forsøger at snyde (fx Bilag 4, s. 10).

(Hetmar, 2016, s. 1–8)

Denne teori bruges i analysen til at forstå, hvordan eleverne oplever mulighederne for at positionere sig, ændrer karakter i forhold til deres almindelige matematikundervisning.

2.2.5 Teoretisk perspektiv i analysen

Det samlede teoretiske perspektiv, der i specialet bruges deskriptivt, er som følger: domænemodellen (Hanghøj, 2012) skaber et fundament for de tre andre teorier. Da den kategoriserer og afgrænser de fire centrale domæner og tilhørende videnspraksisser, der er til stede i undervisningsforløbet og således de fire domæner hvorimellem forhandlinger, koblinger og konflikter bliver synlige gennem elevernes Positions- og perspektivskift. Kazak m.fl. (2015) bidrager med en teoretisk ramme, der ser perspektivskift som konceptuel udvikling mens Hetmar (2016)'s begrebsapparat tydeliggør elevernes ændrede positioner i klasserummet. Cobb m.fl. (Cobb m.fl., 2009)'s teoretiske ramme bruges til at forstå, hvordan elevernes oplevelse af forløbet påvirker deres udvikling af matematiske identiteter og kan her forstås som et specifikt blik på fagdomænet matematik.

2.3 Intervention og undervisningsforløb

Specialet undersøger problemformuleringen gennem en intervention i en 5. klasse på en skole i Københavnsområdet. Undervisningsforløbet er designet i samarbejde med de to matematiklærere på 5. årgang på skolen. Her præsenteres den metodiske tilgang til denne form for designforskning samt konteksten for interventionen. I henhold til metodologien præsenteres herefter den domænespecifikke teori, der har guidet designprocessen samt de forestillede læringsveje (Cobb m.fl., 2010). Derefter følger et overblik over forløbet som det udspillede sig gennem interventionen.

2.3.1 Designbaseret uddannelsesforskning

Her redegøres for den design baserede tilgang til uddannelsesforskning som specialet anvender. Først introduceres designbaserede tilgange til uddannelsesforskning, derefter begrebet forestillet læringsvej, der mere specifikt har informeret og været afsæt for undersøgelsesdesignet. Dernæst vises, hvordan designtilgangen konkret har taget form i specialet gennem en beskrivelse af interventionsdesignet og de dertilhørende mål.

Den metodologiske tilgang i specialet er informeret af *designeksperimenter* (Cobb m.fl., 2010) - en tilgang til uddannelsesforskning, der tager udgangspunkt i *Design-Based Research* (DBR). DBR og *designeksperimenter* føres ofte tilbage til Ann Brown og Alan Collins arbejde i 1990'erne og kan ses som et forsøg på at anerkende kontekstens betydning i læreprocesser. (Barab & Squire, 2004; Brown, 1992). Målet for Brown var at ændre klasseværelser fra steder præget af lærerkontrol med elevers arbejde i form af opgaver og afleveringer over imod fællesskaber for læring og fortolkning, hvor eleverne får signifikante muligheder for selv at tage styring over deres læreprocesser. DBR er præget af ideen om at man afgiver eksperimental kontrol for at opnå mere fyldestgørende og realistisk data (Brown, 1992). Derfor undersøges læreprocesser ikke gennem isolerede variabler i laboratorier, men gennem naturlige kontekster, hvilket involverer systematisk udvikling og design af netop disse. DBR forsøger at udvikle teorier om læring og undervisning er interventionistiske i den forstand, at de involverer en form for design, foregår i naturlige kontekster og er iterative (Barab & Squire, 2004). I henhold til specialets videnssyn er DBR knyttet til Deweys koncept *inquiry* - en undersøgelse eller eksperimenterende handling (Nielsen, 2011), der forstås som en undersøgelse ind i en del af virkeligheden, der har til formål at skabe viden til en kontrolleret ændring af denne del af virkeligheden (Goldkuhl, 2012).

Indledningsvis ved et designeksperiment laver forskeren et foregribende tankeeksperiment. Her forestilles, hvordan matematisk aktivitet og diskurs opstår og udvikles, når de foreslåede undervisningsaktiviteter gennemføres i klassen. Herigennem udvikles formodninger om både mulige forestillede læringsveje for matematiklæring, samt hvordan en sådan læring kan understøttes og organiseres. Sådanne formodninger er foreløbige og midlertidige og testes på daglig basis, når undervisningseksperimentet begynder. Processen med at informere og revurdere designet sker i en løbende analyse af begivenheder i klassen (Cobb m.fl., 2010).

2.3.2 Kontekst

Interventionen er gennemført i 2016 på en skole i københavnsområdet. Skolens kvalitetsrapport³ fra 2015 placerer den lavt i forhold til socioøkonomiske parametre og beskriver en række udfordringer: et dårligt omdømme i nærområdet, et lavt karaktergennemsnit i 9. klasses afgangsprøver og elevtrivsel, der er dårligere end på sammenlignelige skoler. Der er 45% tosprogede elever på skolen. Specialet er indlejret i et pilotprojekt, der undersøger faglig kommunikation i brugen af *Minecraft* i hhv. dansk og matematikfaget i to 5. klasser på skolen. Forløbet var sekventielt: Først en uges intervention med fokus på matematik, derefter en uge med fokus på dansk – Begge med *Minecraft*. Skolen, men ikke de deltagende klasser, har tidligere deltaget i forskningsprojekter med Aalborg Universitet. Specialet rapporterer fra ugen med matematikforløb i den ene klasse. Der er matematikundervisning med *Minecraft* hver dag fra kl. ca. 8.15 til ca. 11.30. Klassen består af 22 elever, hvor størstedelen er tosprogede og med en overvægt af drenge i klassen. På de indledende møder med matematiklærerne bliver klassen beskrevet som urolig og svær at styre med et generelt lavt matematikfagligt niveau med enkelte dygtige elever.

2.3.3 Teoretiske afsæt

I designeksperimenter styres undervisningsdesignet af domænespecifik teori (Cobb m.fl., 2010) her i forhold til matematikdidaktik og spilbaseret læring:

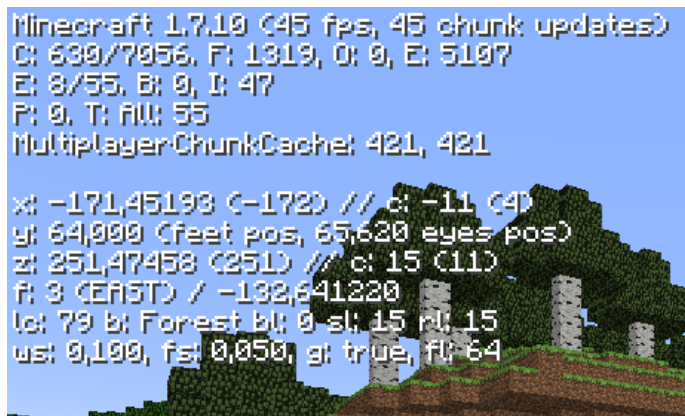
- Det første teoretiske afsæt repræsenterer det fagfaglige samt pædagogiske domæne i domænemodellen og betegnes undersøgende matematikundervisning (Blomhøj, 2013). Tilgangen føres tilbage til Deweys teori om læring gennem undersøgelse "*inquiry*" (Brinkmann, 2011), og kan ses som et modstykke til den traditionelle, faglig formidlende undervisning. Genne dette sigter undervisningsdesignet mod, at eleverne laver empiriske undersøgelser, danner hypoteser, eksperimenterer og formidler faglige argumenter.
- Det andet teoretiske afsæt repræsenterer elevernes hverdagsdomæne og udspringer af en spilteoretisk analyse af *Minecraft*. Den centrale pointe fra dette perspektiv er, at der er specifikke måder, hvorpå spiloplevelsen kan ændres, så den enten komplimenterer eller obstruerer den oprindelige oplevelse af spillet (Duncan, 2011) (Jf. afsnit 1.7). Dette har især været guidende for, at koordinatsystemet blev det matematiske koncept, der kom fokus på i interventionen, hvilket udfoldes i næste afsnit.

³ Af hensyn til anonymisering er kvalitetsrapporten ikke vedlagt som reference

2.3.4 Forestillet læringsvej

Her beskrives interventionens forestillede læringsvej - En beskrivelse af den læreproces eller oplevelse, forskeren forestiller sig, eleverne gennemgår under interventionen og dermed en måde at fastholde og eksplicitere den viden, der udvikles gennem afprøvelse og forbedring af designet (Misfeldt, 2010).

Minecraft er en virtuel verden, der bygger på matematiske regler i form af et 3 dimensionalt koordinatsystem der bestemmer placeringer i spillet. I egne observationer af børn, der spiller og taler om *Minecraft* har jeg opdaget, at det kan være vanskeligt at navigere i *Minecraft*. Landskaberne ligner hinanden, og det er let at miste orienteringen. Fx kan det være vanskelig for børn af finde hinanden, når de spiller. Ved at trykke på F3 i spillet kan spilleren få vist sin egen avatars koordinater og dermed placering i spillet. På Figur 5 kan man gennem x:, y: og z: se, at er avataren er placeret i koordinaterne (-171, 64, 251). Mine observationer tydede på, at kendskabet til denne funktion ikke er særligt udbredt i aldersgruppen. Dette blev senere konfirmeret gennem interventionen, hvor kun fem elever fra klassen kendte til koordinatsystemet i *Minecraft*. Ingen af dem forstod dog hvordan det fungerede eller kunne operationalisere det i spillet.



Figur 5

I sammenligning med andre kommercielle spil, hvor det kan være svært at få øje på de matematiske regler, der styrer spillene (Lowrie & Jorgensen, 2015, s. 32), kan man her tydeliggøre en del af den matematiske dynamik, der styrer spillet. Dette er potentialet for matematisk undersøgelse, der tilgås i interventionen. Den forestillede læringsvej for eleverne handler om at kunne orientere sig og navigere i *Minecraft* ved hjælp af koordinatsystemet. Et mål, der både indeholder matematikfaglige elementer, men også trækker på den spilspecifikke teori i og med det at navigere er en væsentlig del af at spille *Minecraft*. Den konceptuelle udvidelse (Kazak m.fl., 2015) foregår altså gennem undersøgelse af koordinatsystemets dynamik i forhold til avatarens placering i *Minecraft*.

Den centrale matematiske ide, der bør opridses, når man beskriver forestillede læringsveje (Cobb, 2007), er dels, at eleverne gennem undersøgende matematikundervisning kan udvide deres konceptuelle forståelse af koordinatsystemet. Den anden centrale matematiske ide udspringer af, at det beskrives som en vigtig overvejelse i hvilken grad matematiske mål gør det muligt for elever at deltage i signifikante praksisser uden for skolen på en betydelig måde (Cobb, 2007). Her var det forestillingen, at det at kunne bruge koordinatsystemet i *Minecraft* potentielt kan ændre den måde, børnene spiller det på i fritiden, og at dette kunne udvide deres konceptuelle forståelse af, hvordan *Minecraft* og matematik hænger sammen.

2.3.5 Undervisningsdesign

Undervisningsdesignet kan ses på Bilag 10, 11 og 12, der indeholder oplægsnoter til lærere, elevopgaver, klasseregler samt den revurdering af designet, der sker mellem mandag og tirsdag gennem den løbende analyse af begivenheder i klassen (Cobb m.fl., 2010). Aktiviteter inden for tre kategorier understøttede den forestillede læringsvej: undersøgende aktiviteter der sigtede mod at få eleverne til at forklare deres forståelse af koordinatsystemet som dynamik i *Minecraft*, opgaver der kunne løses gennem en forståelse af koordinatsystemet i *Minecraft* og en designopgave hvor eleverne skulle lave udfordringer til hinanden.

Eleverne arbejder i lærerdefinerede grupper på to. I *Minecraft* er eleverne alle i den samme, autogenererede virtuelle verden, hvor der er konstrueret gruppesteder til hver gruppe. Disse er forbundet med teleportere, så eleverne kan teleportere sig frem og tilbage mellem *spawn*-punkt (det punkt alle spillernes avatarer begynder ved) og gruppesteder.



Figur 6

Figur 6 er et kort over den *Minecraft* verden forløbet foregår i⁴. I spillet svarer en blok til en meter. Linjen nederst på figuren svarer til 500 meter i spillet, hvilket kan give en fornemmelse af afstanden mellem grupperne. Eleverne arbejder med programmet Padlet⁵ til at dokumentere opdagelser og konstruktioner.

Figur 7 viser en oversigt over undervisningsforløbet som det formede sig i interventionen. Efterfølgende beskrives de enkelte dage mere detaljeret.

Dag	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag
Aktivitet	Introduktion. Byg på gruppestedet. Undersøgelse. Dokumenter i Padlet.	Undersøgelsesopgaver og fokus på koordinatsystemet Skattejagt opgaven	Opsamling på undersøgelser Udfordringerne: Jernbanen, tunnellen og broen.	Elevdesign af udfordringer	Præsentation og afprøvning af elevudfordringer

Figur 7

Mandag introduceres eleverne til forløbet og rammesætningen (Bilag 11). Introduktionen i plenum tager ca. en lektion. Efterfølgende bygger elevgrupperne noget, der kendetegner deres gruppested. De bygger fx et hus, en klippehule eller skriver forbogstaverne i deres navn. Derefter går klassen i gang med at undersøge koordinatsystemet (Bilag 10, s. 5) og dokumentere deres konstruktioner og opdagelser i padlet. Læreren oplevede ikke undersøgelsen som en succes, hvilket bevirkede at undervisningsdesignet blev revideret til tirsdag så undersøgelserne blev mere styret (Bilag 12).

Tirsdag laver eleverne undersøgelsesopgaver med fokus på koordinatsystemet (se eksemplet næste side). I de første lektioner arbejder eleverne med en række aktiviteter, der har til formål at undersøge, hvordan koordinatsystemet fungerer i *Minecraft* (Bilag 12, s. 1). Dette sker i afveksling mellem plenum og gruppearbejde. Dagens sidste lærerinitierede opgave er en skattejagt, hvor elevgrupperne skal finde en bestemt placering. Da den er overstået er der kun 20 minutter tilbage af dagen, og eleverne bruger denne tid til at bygge videre på deres gruppesteder.

⁴ Lavet i Dynmap <https://www.spigotmc.org/resources/dynmap.274/>

⁵ <https://da.padlet.com/>



Figur 8

Figur 8 viser et eksempel på en gruppes arbejde med *trappeopgaven* fra tirsdagen, hvor eleverne har lavet en lyseblå og lilla trappe i forgrunden, markeret af den nederste røde pil, samt en mindre i baggrunden. Den øverste røde pil markerer tekstlinjen, der begynder med avatarens y-koordinat (76,610). Opgaven gik ud på, at eleverne skulle bygge en trappe der var 10 blokke høj, undersøge hvad der skete med y-koordinatet når de gik op af trappen og dokumentere i Padlet. I anden fase af aktiviteten skal eleverne bygge noget, der får x og z koordinatet til at fungere på samme måde som y-koordinatet. Aktiviteten indeholder eksperimenter, empiriske undersøgelser, opstilling af hypoteser og formidling af undersøgelsens resultat gennem Padlet og forstås dermed undersøgende matematikundervisning (Blomhøj, 2013).

Koordinatsystemsdyamikken vises på Figur 9 hvor y-koordinatet et helt tal, når avataren står på en blok. Hver gang avataren går et trappetrin op (en blok) op, vil y-koordinatet ændre sig med præcis én.

Første trin	Andet trin	Tredje trin

Figur 9

Onsdag starter med en halv times plenum, hvor Læreren samler op på de undersøgelser, eleverne har foretaget sig de to foregående dage. Resten af dagen bruges på at arbejde med opgaverne; *jernbanen*, *tunnelen* og *broen* (Bilag 10, s. 8-10). Opgaverne er rammesat som en række udfordringer, der kan løses gennem at bruge koordinatsystemet i *Minecraft*. At bygge broer var en aktivitet, det etnomatematiske studie beskrev, at eleverne arbejder med i fritiden (Kørhse & Misfeldt, 2015). Opgaverne var således et forsøg på at koble en fritidsaktivitet i *Minecraft* og gyldighedskriterier fra hverdagsdomænet med en matematikfaglig aktivitet og gyldighedskriterier i fagdomænet i og med, at koordinatsystemet kunne bruges til at kommunikere om fx startpunkterne på broerne, tunnellerne og jernbanerne.

Torsdag designer eleverne udfordringer til hinanden, der skal løses af de andre elever gennem brug af koordinatsystemet i *Minecraft*. Efter første lektion præsenterer eleverne deres udfordringsideer og resten af dagen revurderer og redesigner eleverne udfordringer og beskriver dem i Padlet.

Fredag starter med en halv times plenum, hvor læreren og eleverne gennemgår de forskellige udfordringer vha. deres beskrivelser i padlet. Derefter bruges den næste times tid på, at eleverne prøver hinandens udfordringer. En udfordring er lavet som et kapløb alle eleverne deltager i på samme tid. Dagen afsluttes med en halv times evaluering af forløbet i plenum.

2.4 Metoder og dataindsamling

I dette afsnit præsenteres de metodiske tilgange, der har været anvendt i forbindelse med dataindsamlingen i specialet - herunder forskningsinterview som metode, valg af informanter samt min rolle som forsker i undersøgelsen.

2.4.1 Forskningsinterview

Det kvalitative forskningsinterview:

"... forsøger at forstå verden ud fra interviewpersonernes synspunkter, udfolde den mening, der knytter sig til deres oplevelser, afdække deres livsverden forud for videnskabelige forklaringer." (Kvale & Brinkmann, 2009, s. 17)

Det kvalitative forskningsinterview som metode sigter efter at afdække de interviewedes oplevelse af og relationer til deres livsverden gennem produktion af kvalitativt sproglig viden i modsætning til kvantitativ viden. Således vil et interview søge mod at indhente brede og nuancerede beskrivelser af den interviewedes livsverden og sigte mod at frembringe skildringer af specifikke situationer frem for generelle forestillinger. Et interview er fokuseret i den forstand, at det bevæger sig mellem at være stramt styret som en spørgeskemaundersøgelse og løst styret som hverdagssamtaler. Således forholder intervieweren sig med åbenhed og en vis naivitet overfor nye og ikke forudsete fænomener, der opstår i interviewet i stedet for slavisk at følge preproducerede skemaer og kategorier. Et interview kan være præget af flertydighed og forandring i den forstand, at udsagn i interviewet kan opleves som værende modstridende. Hvilket kan være udtryk for elementer, som den interviewede oplever som modstridende. Ligeledes kan selve interviewsituationen netop skabe nye indsigter hos den interviewede, der dermed kan udtrykke andre holdninger og beskrivelser af et emne. Forskningsinterviewet defineres som en samtale, hvori der konstrueres viden i interaktionen mellem den der interviewer og de der interviewes. Der er således en tæt forbindelse mellem den menneskelige interaktion i en interviewsituation og produktion af viden (Kvale & Brinkmann, 2009). I henhold til specialets dialogiske perspektiv på viden forstås dette som, at elevernes stemmer tilgås gennem dialogen med forskeren i interviewet.

2.4.2 Primær empiri

Den primære empiri i specialet er seks semistrukturerede interviews gennemført med elever i ugen efter interventionen. Et semistruktureret interview følger en interviewguide (Kvale & Brinkmann, 2009), der kan ses på bilag 7. De seks interview blev foretaget i de elevgrupper, eleverne havde arbejdet i i undervisningsforløbet og blev optaget og transskriberet på bilag 1-6. Alle elever er blevet anonymiseret gennem aliasser. Årsagen til at interviewe i grupper var for at tage hensyn til vigtigheden af at skabe trygge rammer ved interview af børn (Kvale & Brinkmann, 2009). Når opgaven benytter sig af forskningsinterview som metode, er det netop for at få indblik i elevernes livsverden, og hvordan de har oplevet af deltage i interventionen.

Da specialet var en del af et pilotprojekt, var der en række anden empiriindsamling, som ligeledes kunne have været brugt fx videoobservationer. Larm i klasseværelset, når eleverne arbejder, var her en udfordring for den lydmæssige kvalitet af videoobservationerne af elevernes gruppearbejde. Derfor blev dette fravalgt som primær empiri. Derudover indikerede gennemførslen af de seks interviews, at der var rigeligt materiale til at opfylde specialets formkrav, og at en inddragelse af mere primær empiri kunne blive overdrevet i den forstand, at analysen ville risikere at blive mere bred end dybdegående.

2.4.3 Valg af informanter

De generelle udvælgelseskriterier bestod af en spredning i forhold til lærerens vurdering af matematikfagligt niveau, så de forskellige niveauer i klassen var repræsenteret, samt et spænd i forhold til deres erfaringer med *Minecraft*, så der var elever der aldrig havde prøvet det og elever der var fortrolige med spillet. I interventionen var det muligt at videofilme to grupper, Mads og Adam (Bilag 1) samt Leah og Hasan (Bilag 4). De blev valgt ud fra de overstående kriterier samt lærerens formodning om, hvorvidt de ville tale sammen i deres arbejde i forløbet. Efter interventionen blev fire ekstra grupper i samarbejde med læreren valgt ud til interview gennem udvælgelseskriterierne. Der var en række overvejelser om, hvorvidt der skulle vælges to eller fire ekstra grupper til interview. Lærerens bekymring, om hvorvidt eleverne ville sige noget under interviewet bidrog til, at der blev valgt fire grupper ud. De specifikke udvælgelseskriterier for hver enkelt gruppe ses på Figur 10. Det er værd at bemærke, at der er en tendens til omvendt proportionalitet mellem matematikfagligt niveau og *Minecraft* erfaring.

Gruppe	Matematikfagligt niveau	<i>Minecraft</i> erfaring
Mads og Adam (Bilag 1)	Meget højt	Lidt. Mads har som den eneste elev aldrig prøvet at spille <i>Minecraft</i> .
Kalle og Henrik (Bilag 2)	Middel	Meget
Maja og Almir (Bilag 3)	Middel	Middel
Leah og Hasan (Bilag 4)	Højt	Middel
Kamila og Melanie (Bilag 5)	Lavt	Meget
Yousef og Rashid (Bilag 6)	Yousef har højt Rashid har lavt	Meget

Figur 8

2.4.4 Sekundær empiri

Den sekundære empiri består af feltnoter (Bilag 8) samt videoobservationer fra klassen. Under undervisningsforløbet blev der skrevet feltnoter som en del af observationen. De beskrev generelle og specifikke aktiviteter for klassen og enkelte elever, hvilket inkluderede observationer af elevgrupper og transskriptioner af elevudtalelser. Feltnoterne var ustrukturerede i forhold til specifikke spørgsmål (Creswell, 2009), men angav tid på aktiviteter og de umiddelbare tanker, der opstod. Plenumsamtalerne i klassen og arbejdet i to elevgrupper blev optaget på video for at dokumentere og fastholde hændelserne i klasseværelset (Jordan & Henderson, 1995).

Den primære empiri er behandlet gennem *tematisk analyse* (Braun & Clarke, 2006), som der redegøres for i næste afsnit. For at validere koder og temaer fra den tematiske analyse af de seks elevinterview, blev de løbende valideret gennem *triangulering* (Creswell, 2014) med feltobservationer og noter. Fund fra den tematiske analyse blev sammenholdt med den sekundære empiri for at undersøge, om den underbyggede eller var i modstrid med dem.

2.5 Analysestrategi

I specialet forstås analyse af data som en løbende proces, der sker gennem hele processen med at indsamle og bearbejde data (Creswell, 2009). Analysestrategien i opgaven tager udgangspunkt i tematisk analyse (Braun & Clarke, 2006) hvor begreberne *Koder* og *temaer* har været centrale. Derfor redegøres der i dette afsnit for, hvordan disse to begreber som en del af den tematiske analyse gennem undertegnede valg har haft indflydelse på analysen.

2.5.1 Tematisk analyse

At identificere tematiseret mening kan forstås som en generisk egenskab ved kvalitativ forskning og er centralt for tematisk analyse, der konstituerer et forskningsværktøj, som potentielt kan give et rigt og komplekst billede af data. Metoden bruges til at identificere, analysere og reportere mønstre og temaer i data og har dermed en række lighedspunkter med *grounded theory*, men defineres her som en analysemetode i sig selv. Det er vigtigt for forskeren, der bruger tematisk analyse at gøre sine antagelse eksplicite, da det ellers bliver vanskeligt at evaluere deres analyse (Braun & Clarke, 2006). Processen har bestået i at uddrag af data, der virkede til at være interessant indledningsvist fik tildelt koder. I koderne ledes der efter temaer gennem en iterativ proces, hvor temaerne løbende revideres, defineres og navngives. Et tema indfanger noget vigtigt i forhold til forskningsspørgsmålet og repræsenterer en grad af systematisk svar eller mening i den indsamlede data (Braun & Clarke, 2006). Kodningen og tematiseringen er sket gennem programmet "NVivo 11"⁶.

2.5.2 Koder

Den primære empiri blev kodet med særlig hensyntagen til, at hver interview fik lige meget opmærksomhed. Dataudrag blev kodet inklusivt, hvilket vil sige, at der blev taget ekstra bidder af relevant data med rundt omkring uddraget, for ikke at miste kodens forbindelse til konteksten. Et dataudrag kunne godt kodes med flere forskellige koder ligesom forskellige koder godt kunne overlappe. For gennemskuelighedens skyld gives på figur 11 et eksempel på et dataudrag med tilhørende koder:

Data uddrag		Kodet for:
Almir:	At øh... altså der har du nogen at arbejde sammen med, [Maja: ja] altså i skolen. Måske derhjemme eller i fritiden måske i klubben der kan du godt nok spille sammen med nogen ikke, men derhjemme så er det jo noget andet. Så spiller du alene eller sådan noget.	1. Minecraft hjemme er mest alene, men også sammen.
		2. Minecraft i skolen er sammen.

Figur 9 (Bilag 3, s. 22)

2.5.3 Temaer

I overgangen fra at kode til at konstruere temaer tager analysen en tydeligere fortolkende form. Det er ikke en passiv proces, hvor temaer opstår eller opdages i data, da forskeren altid spiller en aktiv rolle i processen. Hvor central et tema er i data er ikke nødvendigvis afhængig kvantificerbare egenskaber, men i højere grad hvorvidt temaet indfanger noget vigtigt i forhold til forskningsspørgsmålet (Braun & Clarke, 2006). Der har her været en fleksibel tilgang til at definere temaer i analysen uden prædefinerede rammer for, hvor stor en del af dataelementerne, der burde indeholde et tema før det kunne kaldes et tema. Analysen har i høj grad været drevet af problemformuleringen i den forstand, at der i definitionen af temaer har været vægtet, hvorvidt et muligt tema har kunne vise noget vigtigt omkring denne. Analysestrategien kan klarificeres som en teoretisk tematisk analyse og er således mindre datadrevet end

⁶ <http://www.qsrinternational.com/>

induktiv tematisk analyse. Den teoretiske tematiske analysetilgang er valgt, da opgaven forsøger at belyse et specifikt forhold omkring læring af matematik i en undervisningskontekst, hvor *Minecraft* indgår. Således forsøger analysen i højere grad at besvare et specifikt spørgsmål end at udvikle spørgsmålet gennem analyseprocessen og giver et mindre rigt billede af *hele* empirien men et dybere billede af *specifikke dele* af empirien (Braun & Clarke, 2006, s. 84).

Nodes			
	Name	Sources	References
1	At være god i matematik	6	80
2	Verden Minecraft og Matematik - Evt. Kobling mellem domæner	6	50
3	Minecraft giver andre muligheder	6	30
4	UKLASSIFICERBARE - Coder der svært lader sig tematisere	6	24
5	At være god i Minecraft forløbet	6	19
6	Samarbejde eller ej - og nye og gamle faglige roller	5	17
7	Løse matematikopgaver i Minecraft	6	14
8	At bygge	6	13

Figur 10

Figur 12 viser en opsummering af koder fra *NVivo*, der fungerer som et overblik over temaer. De tre temaer, analysen tager udgangspunkt i, kan ses udfoldet på bilag nr. 14. At analysen har været en teoretisk tematisk analyse kan i nogen grad aflæses i navne på de otte overordnede temaer, der blev konstrueret igennem analysen. Hvor tema 1 er tæt knyttet til teorien om matematiske identiteter (Cobb m.fl., 2009), tema 2 til domæneteorien og dialogisk læring (Kazak m.fl., 2015) og tema 6 knytter sig til elevernes positioner i klasserummet (Hetmar, 2016).

2.5.4 Forskerens rolle

Som forhenværende matematiklærer og stadig fungerende matematikvejleder i folkeskolen medbringer jeg specifikke holdninger til- og indblik i, specialets genstandsfelt. For at afdække hvordan disse kan påvirke konstruktionen af viden i specialet, beskrives min baggrund i forhold til genstandsfeltet samt mine relationer til interventionens deltagere (Creswell, 2009), derefter hvordan specialets videnssyn relaterer til forskerrollen.

Gennem mine erfaringer med undersøgende matematikundervisning fra egen undervisning og som vejleder, ser jeg flere kvaliteter i denne tilgang end i den traditionelt orienterede. Samtidig er jeg klar over, at potentialet i den undersøgende tilgang ikke altid lader sig realisere, og at den medfører en række udfordringer, der ikke findes i den traditionelt prægede undervisning. Mine erfaringer med at bruge computerspil i undervisningen gør, at jeg ikke vil betegne det som en god eller dårlig tilgang. I stil med fx Silseth (2012) mener jeg, at computerspil gennem lærerens didaktisering konstitueres forskelligt og medvirker til at skabe en undervisningssituation der kan være med til at facilitere forskellige mål på forskellige måder. Således er jeg ikke fortalende for eller modstander af teknologi eller computerspil i undervisningen, men fortalende for at reflekteret brug af computerspil og teknologi kan være hensigtsmæssig til at opnå visse mål.

Før interventionen havde jeg ikke noget kendskab til hverken den deltagende klasse eller matematiklærer. Da læreren var næsten nyuddannet med lidt over et års erfaring med at undervise, forsøgte jeg at undgå at positionere mig selv som ekspert trods min erfaring som underviser og vejleder. Jeg bidrog dog med erfaringer i forhold til at strukturere undervisning og iscenesætte elevaktiviteter, som læreren ikke nødvendigvis selv havde erfaringer med. Det er klart, at man her vil kunne stille spørgsmålstejn ved magtforholdet imellem os, og hvorvidt det har påvirket interventionen.

Min rolle som forsker i observationerne kan defineres som værende deltagende (Creswell, 2009). Dels har jeg assisteret med teknisk og didaktisk støtte undervejs og løbende justeret undervisningen sammen med læreren. Derudover har jeg undervejs spurgt ind til elevers arbejde. I interaktionen med eleverne har jeg aktivt forsøgt at undgå at positionere mig selv som en lærer, ved fx ikke at hjælpe dem, når de havde spørgsmål.

Gennem Strübing's (2007) beskrivelse af pragmatisme forstås den data, forskeren arbejder med - ikke som uberørt materiale men konstitueres som en relation mellem feltet, forskningsproblemet og forskeren gennem den analytiske proces (s. 557). Som Dewey siger, er de ideer, vi undersøger, bevægelige mål, der udvikler sig, når forskeren går i dialog med de undersøgte fænomener (Cobb, 2007, s. 14). Gennem min rolle som forsker og undervisningsdesigner forsøger jeg hermed at forstå, hvordan den virkelighed, der løbende konstitueres gennem blandt andet mine egne handlinger, påvirker elevernes identiteter, positioner og perspektiver i forhold til matematik og matematikundervisningen.

3 Analyse

I analysen præsenteres transskriberede uddrag fra interview og klasseobservationer, der analyseres gennem specialets teoretiske begrebsapparat. Uddragene er valgt som en del af temaer, konstrueret i den tematiske analyse og er ikke fuldstændig dækkende for indholdet i hvert enkelt tema, men skal forstås som en eksemplificering, der illustrerer indholdet i temaet. Den første del af analysen undersøger elevernes forhold til matematik, som de normalt oplever det gennem teorien om matematiske identiteter (Cobb m.fl., 2009) samt elevernes oplevelse af mulige positioner gennem teorien om positionering i scenariebaseret undervisning (Hetmar, 2016). Den næste del undersøger, hvorledes interventionen har givet anledning til perspektivskift for eleverne med udgangspunkt i domænemodellen (Hanghøj, 2012) og perspektivskift som konceptuel udvikling (Kazak m.fl., 2015). Dernæst undersøger analysen, hvorledes interventionen har givet anledning til ændrede positioner for eleverne i klassen (Hetmar, 2016). Den sidste del af analysen undersøger, hvordan elevernes matematiske identiteter (Cobb m.fl., 2009) forandres, når der bruges *Minecraft* i undervisningen.

3.1 Identitet som matematikelev

Afsnittet undersøger elevernes oplevelser af deres normale matematikundervisningen gennem teorien om matematiske identiteter (Cobb m.fl., 2009). Derudover undersøger, det hvordan eleverne opfatter positionerne i normal matematikundervisningen (Hetmar, 2016). Gennem den tematiske analyse er der konstrueret en række temaer, der omhandler de forpligtelser, som eleverne normalt oplever. Elevernes beskrivelser af matematikundervisningen fra interviewene perspektiveres i observationen af klassen før interventionen. Denne del af analysen udgør dermed et referencepunkt for resten af analysen i og med, den afdækker, hvordan eleverne normalt oplever, at deres undervisning udspiller sig. I Diskussionen bruges dette til at perspektivere elevernes oplevelse af interventionen.

Afsnittet viser en tendens til, at autoriteten primært tilhører læreren, der fungerer som den øverste autoritet, når validiteten af svar skal bedømmes, og når metoder skal introduceres. Elevernes legitime handlemuligheder er primært af disciplinær karakter, men med undtagelser. At producere et rigtigt svar hurtigt er centralt for elevernes oplevelse af at være en kompetent matematikelev og er et udtryk for hvordan eleverne opfatter de specifikke matematiske forpligtelser. Følgende afsnit vil tydeliggøre og illustrere disse forhold.

3.1.1 Lytte og kigge

At lytte og kigge illustrerer de generelle forpligtelsers eleverne oplever i matematikundervisningen og nogle af de personlige identiteter, eleverne udvikler. For eleverne bliver det at høre efter og være opmærksom, når læreren siger noget og forklarer ved tavlen, betegnet som vigtigt i matematikundervisningen. Leah beskriver at: "*Man skal bare høre efter, række fingeren op, være aktiv...*" (Bilag 4, s. 8). I uddraget nedenfor bliver Melanie og Kamila spurgt, hvad der er vigtigt at gøre i undervisningen og her fremstår det at lytte og kigge som centralt i undervisningen:

Melanie:	<i>Man skal høre og kigge.</i>
Interviewer:	<i>Høre og kigge.</i>
Melanie:	<i>Ja,</i>
Interviewer:	<i>Ja,</i>
Melanie:	<i>Og så skal man ikke lave noget andet.</i>
Interviewer:	<i>Og så er det det?</i>

Melanie:	Ja (Aktivitet) Melanie griner
Interviewer:	Okay, hvad med dig Kamila er du enig i det eller?
Kamila:	Mja,
Melanie:	Altså kun hvis man bliver bedt om et eller andet.
Interviewer:	Ja. Hvad kunne det fx være man bliver bedt om?
Melanie:	At man. Altså læreren. Nogen gange hvis man ikke deltager så meget i timen så kan han godt, så kan han godt finde på at bare spørge en uden at man har rakt hånden op.
Interviewer:	Ja, okay.
Melanie:	Og så er det <u>rigtig godt at man hører efter der</u> . (Aktivitet) Melanie smågriner mens hun siger overstående.

(Bilag 5, s. 6)

At høre og kigge er vigtigt, men suppleres senere med, at man også skal gøre det man bliver bedt om af læreren. En begrundelse for at høre og kigge er, at læreren kan finde på at spørge en, selv om man ikke har hånden oppe og i den situation er det " ... *rigtig godt at man hører efter der*". Gennem teorien om matematiske identiteter (Cobb m.fl., 2009) er Melanies opfattelse af nødvendigheden af at høre efter, knyttet til at opfylde en forpligtelse over for læreren - Hun skal kunne svare på de spørgsmål, læreren stiller. Hermed kan man se situationen som et udtryk for, dels hvordan Melanie har mulighed for at handle disciplinært ved at gengive det, som læreren har fortalt, dels illustrerer det en situation, hvor autoriteten i situationen tilhører læreren, der bestemmer, hvem der skal svare på spørgsmål. Præcis i den situation oplever Melanie, at det er vigtigt at have hørt efter, hvilket indikerer, at det handler om at producere svar, som læreren vurderer er legitime.

Uddraget giver yderligere et indblik i den *personlige identitet* Melanie udvikler gennem deltagelse i matematikundervisningen. Hun skal kun gøre mere end at høre og kigge efter hvis hun bliver bedt om det. Hvilket giver et indtryk af en tilbageholdende deltagelse, medmindre læreren aktivt fortæller hende, at hun skal gøre noget. Melanies beskrivelse ligger hermed i tråd med en af de typiske måder, hvorpå elever forholder sig til matematikundervisningen. Hun hverken *identificere sig med* eller *yder modstand mod* at indgå i de matematiske aktiviteter, men *samarbejdende blot* med læreren.

At lytte kan i Melanies tilfælde forstås som værende knyttet til at følge med i undervisningen i om med, hun vil undgå at blive spurgt om noget, hun ikke kan svare på. For Henrik bliver det en nødvendighed for at kunne lave opgaverne (Bilag 2, s. 6) mens det for Mads og Adam bliver en af de karakteristika, der definerer om en elev er god i matematik eller ej (Bilag 1, s. 8). Der tegner sig dermed et billede af, at en kompetent matematikelev som det opfattes i klassen, er knyttet til elevernes forestillinger om at lytte, når læreren forklarer eller initierer en opgave.

3.1.2 Læreren bestemmer

Et af de temaer, der illustrerer, hvorledes autoriteten er distribueret i klassen, drejer sig om, hvorvidt eleverne kan vurdere om deres aktivitet og resultater konstituerer legitime svar og deltagelse i matematikundervisningen. En række forklaringer beskriver her, hvordan læreren har den øverste autoritet i klasseværelset med hensyn til at bedømme, hvorvidt bl.a. løsningsmetoder og resultater er legitime.

Almir og Maja forklarer, at man kan tjekke et resultat på lommeregneren, men hvis man skal være helt sikker, skal man spørge læreren (Bilag 3, s. 10). Set med Cobb m. fl. (2009)'s perspektiv oplever eleverne her, at de selv har en del af autoriteten i forhold til at bedømme, hvorvidt en løsning er et legitimt matematisk svar, men læreren har den øverste autoritet. I samme tråd beskriver Leah, at man kan spørge de andre i klassen om et stykke er rigtigt og sammenligne med deres svar for at se, om det er anderledes. Hvilket kan give hende svar på, om resultatet skiller sig ud fra de andres. Hvis dette er tilfældet, så er næste skridt at: *"... spørge læreren om, hvordan man ellers ville gøre det, eller om det er faktisk det er rigtigt."* (Bilag 4, s. 10). I forlængelse af Cobb m. fl. (2009) oplever Leah, at autoriteten i en hvis grad er delt mellem elever og lærer. Hun kan sammenligne med andres svar og i nogen grad vurdere, om hendes løsning udgør et legitimt matematisk svar. Når der skal findes en ny løsningsmetode, eller det skal verificeres, om hendes løsning er legitim, henvender hun sig til læreren. Igen besidder læreren den øverste autoritet i forhold til at vurdere legitimiteten af matematiske løsninger samt at definere matematiske metoder. Yousef og Rashid beskrivelse af, hvordan de ved, om de gør noget rigtigt i matematiktimerne er: *"Når læreren roser os."*, og omvendt når de bliver irrettesat (Bilag 6, s. 5). Hvilket direkte viser, at i deres oplevelse besidder læreren autoriteten.



Figur 11

Følgende eksempel fra observation af undervisning før interventionen illustrerer forpligtelserne i klassen yderligere. I uddraget er eleverne i gang med et budgetrollespil, hvor læreren løbende introducerer elementer, som eleverne skal forholde sig til. Der er gået ca. 25 minutter af timen, da læreren initierer en plenumsamtale for at introducere konceptet procent. Han står skiftevis ved tavlen og sidder ved computeren. Figur 13 viser situationen. I forhold til "at lytte og kigge" (Jf. afsnit 3.1.1) skal det bemærkes at læreren starter sin forklaring med: *"Nu laver jeg lige et nyt dokument her. Og I skal holde godt øje."*:

Lærer:	... Men hvad i al verden er det her procent? Hvordan får I det ind i jeres regnskab?
Mads:	Uh jeg (uforståeligt)
Lærer:	Skal vi lige høre Yousef ad. Hvad siger du?
Yousef:	Ja, se fx. hvis vi tjener 1200 tilsammen så skal vi tage, betale. Hvad var det nu. Hvis vi ser de der 1000 i alt det er 100% og så skal vi have 20%.
Lærer:	Ja så hvordan gør vi det? Hvordan regner man det ud? Niels?
Niels:	Hvis nu det er 20% så skal man betale en femtedel af det man har.
Lærer:	Det er rigtigt 20% det er en femtedel. Hvordan ved du det?
Niels:	(.) Jeg dividere bare. 100 med 5
Lærer:	Okay og så giver det 20?
Niels:	Ja.
Lærer:	Okay. Ja du er altså god til hovedregning men det kan godt være at det ikke altid er lige så nemt. Hvad nu hvis det var 21 %. Er det så også en femtedel?
Niels:	Nej
Lærer:	Nej. Den er svær at finde ud af ikke. (.) Okay nu prøver vi sådan her...

(Bilag 9, s. 1-2)

Læreren spørger hvad procent er, og hvordan det skal ind i budgettet. Yousef forsøger at svare med at man kan have noget med 100%, og i dette tilfælde skal vi have 20%. Læreren anerkender dette med et ja og spørger, hvordan man regner det ud? Niels foreslår, at man kan betale en femtedel hvilket han er kommet frem til ved at dividere 100 med 5. Læreren forlænger forklaringen og siger "Okay og så giver det 20?" Læreren forkaster dog denne metode med henvisning til at den ikke kan hjælpe os ved 21%, hvilket her ses som, at læreren har autoriteten i forhold til at vurdere om metoden er legitim. Løsningen virker til at være en valid måde at udregne 20% på, men læreren vurderer det ikke som en legitim måde her. Formodentligt da han har en anden metode i tankerne, der er kompatibelt med Excel. Læreren går i hvert fald straks efter, i gang med at præsentere sig eget løsningsforslag "Okay nu prøver vi sådan her" gennem et eksempel med Almir og Maja. Niels forsøger her at handle begrebsligt gennem et metodeforslag, men bliver afvist af læreren, der giver eleverne en metode, han forventer, de bruger og dermed også mulighed for- og en forventning om, at de handler disciplinært. Eleverne deltager her legitimt i undervisningen ved at "holde godt øje" og følge med i de forklaringer læreren kommer med. Læreren spørger flere gange ud i klassen, men elevforklaringer får ikke meget taletid, og han bliver primært i sit eget spor. Senere tydeliggøres dette ved følgende:

Lærer:	Ja men jeg søger efter hvad procent det betyder. Det betyder noget helt specielt. (.) Er der nogen af Jer der ved det? Ellers så får I det at vide nu.
--------	--

(Bilag 9, s. 2)

Situationen er udtryk for, at læreren inviterer eleverne til at handle disciplinært i og med, at de kun kan bidrage til situationen, hvis de bidrager med præcis den metode, læreren har i tankerne. Bidrag der kunne tolkes som at eleverne udtrykker sig gennem begrebslige handlemuligheder, som Niels' forslag bliver forkastet. Dette sker ikke fordi det er en dårlig matematisk model, men fordi læreren vurderer, at den ikke er legitim i det givne tilfælde.

3.1.3 En god forklaring

Der er tilfælde, hvor eleverne har muligheder for at handle begrebsligt og deler autoritet med læreren. De præsenteres her for at belyse variationen i elevernes opfattelse af deres handlemuligheder. De tydeligste tegn herpå drejer sig om Mads og Adam, der bliver beskrevet som de dygtigste elever af læreren og de

andre elever. Yousefs beskriver Adam som en god matematikelev fordi: "... han er god til at forklare opgaverne" når "... læreren siger 'kan du uddybe det' eller sådan noget." (Bilag 6, s. 5). Forklaring og uddybelse er i forhold til teorien om matematiske identiteter (Cobb m.fl., 2009) begge ord, der i højere grad synes at knytte sig til begrebslige end disciplinære handlemåder og hermed er udtryk for, at det opleves, at Adam inviteres til at handle begrebsligt. En yderligere illustration af Mads og Adams muligheder for at handle begrebsligt ses gennem deres egen forklaring af, hvordan de ved, om de har gjort noget godt i matematiktimerne:

Adam:	Det er hvis man overrasker læreren. Der føler man sig i hvert fald meget godt. [Interviewer: Ja og hvad er...] Fordi hvis han ikke vidste man kunne gøre det på den måde, så bliver han, så viser han et meget sjovt ansigtsudtryk.
Interviewer:	Er det rigtigt?
Mads:	Ja,
Adam:	Ja, så man bliver så glad.
Mads:	Ja man bliver så glad.

(Bilag 1, s. 8-9)

Kan de overraske læreren med en ny metode, en måde læreren "... ikke vidste man kunne gøre det på ..." ved de at de har gjort noget godt. Det er en beskrivelse af, at han udtrykker sig gennem begrebslige handlemuligheder, da han er med til at vælge hvilke metoder, der kan bruges i undervisningen. Læreren værdsætter her, at eleverne udtrykker sig gennem begrebslige handlemuligheder og viser dem "et meget sjovt ansigtsudtryk", hvilket er noget, de to elever begge bliver glade for. I forhold til de personlige identiteter eleverne udvikler, er den glæde, elever oplever ved at overraske læreren et tegn på, at de identificerer sig med matematikundervisningen, som den udspiller sig i klassen.

3.1.4 At kunne det hurtigt.

De specifikke matematiske forpligtelser drejer sig om, hvad eleverne er matematisk forpligtet til at opfylde i forhold til ræsonnementer og argumentation, hvis de skal identificere sig med en kompetent matematikelev i klassen. Et tema, der er med til at tydeliggøre, hvordan eleverne oplever disse forpligtelser i matematikundervisningen, omhandler det at være hurtig til at løse opgaverne fx ved at kunne dem i forvejen.

Da Melanie bliver spurgt om, hvornår hun er god, svarer hun: "Det er når, hvis jeg ved noget, eller har også lyttet og forstået det. Så kan jeg godt være sådan hurtigt og sådan noget." (Bilag 5, s. 6). For Melanie virker det her næsten implicit, at det at være god handler om at være hurtig. Ligeledes er hendes forklaring på, hvorfor andre er gode elever, knyttet til, om de bliver hurtigt færdige med opgaverne (Bilag 5, s. 7), hvilket også er tilfældet, når Yousef skal begrunde, hvordan man er god i matematik (Bilag 6, s. 5). Den tidligere vidste plenumsamtale fra undervisningsobservationen underbygger denne opfattelse, da den efter det viste uddrag slutter med, at læreren siger: "Kan I lige hurtigt på Jeres lommeregner regne ud, hvad giver det her." (Bilag 9, s. 2). Her er altså en udtalt forventning fra lærerens side om, at eleverne kan lave en udregning hurtigt. Henrik og Kalle refererer flere gange til konceptet at være hurtigt i forbindelse med at være god til matematik. For dem skal en god elev i klassen "... være god til at kunne regne ud hurtigt" (Bilag 2, s. 5) og Henrik beskriver, at eleverne i klassen opfatter det lidt som en konkurrence om, hvem der er først færdige. I forhold til Cobb m.fl. (2009) bliver kvaliteten af et svar og oplevelsen af matematisk kompetence og forståelse afhængig af, hvor hurtigt et korrekt svar kan produceres.

Når det af eleverne bliver opfattet som så vigtigt at producere svar hurtigt, så bliver det en betydelig ressource, hvis eleverne i forvejen kan det, der arbejdes med. Det, der synes at være et vigtigt kriterie, er,

at eleverne oplever, at matematiktimerne i et eller anden omfang går ud på at vide og kunne ting i forvejen og bruge de ting til at producere hurtige og præcise svar.

Når Melanie og Kamila skal vurdere, hvad der er vigtigt at kunne i matematiktimen, bliver det således tabellerne: " ... læreren plejer altid at sige, at man skal kunne sine tabeller." (Bilag 5, s. 5). Hvilket går igen hos Hasan, der oplever, at det er noget matematiklærere altid siger (Bilag 4, s. 8). Et tydeligt tegn på dette tema opstår gennem Henriks forklaring omkring *Minecraft*forløbet. Selvom det er matematikforløbet med *Minecraft*, der refereres til her, giver uddraget sammen med resten af data et billede af, hvordan Henrik opfatter matematikundervisningen generelt. Han beskriver her, hvad man skulle være god til før forløbet med *Minecraft* og koordinatsystemet.

Henrik:	<i>Før man lavede det der, det var nok også at kunne det.</i>
Interviewer:	<i>Det skal jeg lige forstå. Det var at kunne det?</i>
Henrik:	<i>Ja, kunne øh, koordinatsystemet, (.) før vi brugte det.</i>

(Bilag 2, s. 9)

Gennem Cobb m. fl. (2009) synes det her at være udtryk for, at det, der konstitueres som den effektive matematikelev i klassen - altså ud fra Henriks forståelse, er en elev, der i forvejen kan det matematik, der arbejdes med. Hermed bliver det nærmest fraværet af ræsonnement, der konstituerer, den matematiske forpligtelse. Enten kan man det der arbejdes med, eller ikke, og hvis man kan, så er det godt.

3.1.5 Holde sig for sig selv

Eleverne oplever i forskellig grad, om matematiktimerne er præget af samarbejde eller individuelt arbejde. Matematik, som det normalt udspringer sig i klassen, er fx for Yousef og Rashid primært noget, der foregår alene, men man arbejder nogle gange sammen (Bilag 6, s. 3). Mens Almir forklarer, at en god matematikelev i klassen lader være med at gå over til dem, der larmer og laver uro, men skal høre efter, koncentrere sig og "Holde sig for sig selv." (Bilag 3, s. 6). Tendensen er, at matematik normalt er noget, der foregår individuelt, og det kan skabe konflikter eller spændinger, hvis man forsøger at tjekke sit svar hos andre som Hasan og Leah fortæller herunder:

Interviewer:	<i>Okay. Men fik du tjekket det hos de andre eller hos Læreren eller?</i>
Hasan:	<i>Hos Læreren, fordi de andre syntes bare jeg snød.</i>
Interviewer:	<i>Okay, de ville ikke have at [Hasan: nej] du sammenlignede med dem?</i>
Hasan:	<i>Ja præcis, fordi.</i>
Leah:	<i>Ja de tror bare at hvis man kigger efter andre så er det fordi man snyder og også hvis man siger jeg har lavet opgaven så siger de sådan. Så er der nogen der siger "okay, hvis du har lavet den så kan det være lidt lige meget" men så er der også nogen der siger at "jeg vil stadig ikke have det".</i>
Hasan:	<i>Ja men der er også...</i>
Interviewer:	<i>Hvorfor, hvad er det snyder, jeg forstå der ikke helt rigtigt tror jeg...</i>
Leah:	<i>Fordi at hvis du hvis Hasan nu ikke har lavet en opgave og jeg har så kan det være han kigger efter hos mig. Og ser svaret og så skriver han det selv.</i>

(Bilag 4, s. 10)

Hasan får tjekket sit svar hos læreren, fordi de andre mener, at han snød eller kiggede, når han forsøgte at sammenligne med deres resultater. Set gennem positioneringsteorien (Hetmar, 2016) er elevernes fortælling en reference til en allerede etableret *storyline* i klassen om at snyde og kigge og tydeliggør derved forskellige elevpositioner i klassen. En elevposition er eleven, der er meget beskyttende over for de resultater, der produceres og modarbejder, at andre kigger efter. Gennem Leahs beskrivelse kan vi dog se,

at der findes flere tilgange til at tjekke hos hinanden i klassen. Nogen siger *"okay, hvis du har lavet den, så kan det være lidt lige meget"*. Forstået som, at hvis Leah har lavet opgaven så må hun gerne tjekke den hos en anden, der også har lavet den, mens andre holder fast i, at hun ikke må tjekke hos dem, selv om hun har lavet dem. Uddraget rammesætter matematikundervisningen som noget, der foregår individuelt eller i samspil med læreren, hvor andre elever opfattes som forstyrrende elementer - ikke samarbejdspartnere.

At tilgangen til undervisningen er individualistisk bliver synlig, når Henrik beskriver, at når han skal koncentrere sig om opgaven, forsøger han kun at være opmærksom omkring sin egen gruppe og håbet om, at andre eleverne ville gøre det samme. Han og Kalle har nemlig været ude for, at der nogen gange kommer andre elever over og griner af, eller håner en, hvis man har forkert resultat:

Henrik:	<i>Fordi også ja folk snakker til dig fordi at du har fået forkert, så kan folk nogen gange finde på at irritere dig for det.</i>
Kalle:	<i>Ha du fik forkert,</i>
Henrik:	<i>Du fik forkert og sådan noget, og så bliver man lidt sådan "nå okay".</i>

(Bilag 2, s. 13)

I forhold til positioneringsteorien (Hetmar, 2016) er en mulig position for Henrik, når han vil være koncentreret om en opgave, en der forsøger at fokusere indad i gruppen og ikke ser ud af mod de andre grupper. I sammenhæng med denne position fremkommer en ny allerede etableret storyline, som eleverne refererer til. Nemlig at en af de kommunikationsformer, der så foregår, når de taler med hinanden i timerne kan handle om at håne hinanden, hvis man har fået forkerte svar. Således kan man altså se Henriks forsøg på at *"ladede dem gøre deres og så håbede jeg også de ladede mig gøre mit"* som et forsøg på at skærme sig mod positionen den hånende elev i klassen. Uddraget her ses det, man kunne kalde destruktion kommunikation mellem eleverne i klassen, som må skærme sig for de andre elever, hvis man vil koncentrere sig.

Tendensen er, at kommunikation på tværs af grupper, eller med elever man ikke har løst en opgaven med, opfattes som forstyrrende og ikke i orden. Koncentration i undervisningen kommer af at koncentrere sig om sig selv og sin gruppe.

3.2 Delkonklusion et – matematiske identitet og positioner

Gennem teorien om matematiske identiteter (Cobb m.fl., 2009) er der givet en beskrivelse af de generelle og matematiske forpligtelser, som eleverne oplever dem, samt et indblik i nogle af de personlige identiteter, som elever udvikler i matematiktimen. Derefter er nogle af elevernes mulige positioner undersøgt (Hetmar, 2016).

Der er et spænd i elevernes forståelse af, hvad en dygtig matematikelev i klassen er. Der er forskellige opfattelser af, hvad den normative identitet i klassen, som eleverne skal affiliere sig med for at blive en kompetent matematikelev, består af og således også, hvordan eleverne opfatter deres muligheder for at bidrage til undervisningen. Dels er der fortællingen om, at matematik handler om at lytte efter, når læreren forklarer og demonstrerer, at man netop har hørt efter ved hurtigt at producere rigtige svar. Denne opfattelse giver et billede af en undervisning, der er præget af elever, der hovedsageligt har disciplinære handlemuligheder samt en lærer, der besidder størstedelen af autoriteten i forhold til at vælge løsningsmetoder og vurdere, om en matematisk løsning er legitim. Undervisningsobservationen understøtter denne fortælling gennem lærerens italesættelse af, at det er vigtigt at holde øje med, hvad der sker på tavlen og gennem den måde, han afviser elevers svar som legitime, da de ikke passer med den metode, han har i sinde at præsentere. I situationen forsøger eleven dog at handle begrebsligt i sit forsøg på svar på lærerens spørgsmål.

Kvaliteten af matematiske argumenter bliver oplevet som værende knyttet til, hvor hurtigt de produceres og det at kunne den matematik, der arbejdes med i forvejen, opleves som en betydelig ressource. Matematikundervisningen handler dermed i nogen grad om at kunne den matematik, der kan producere et hurtigt svar.

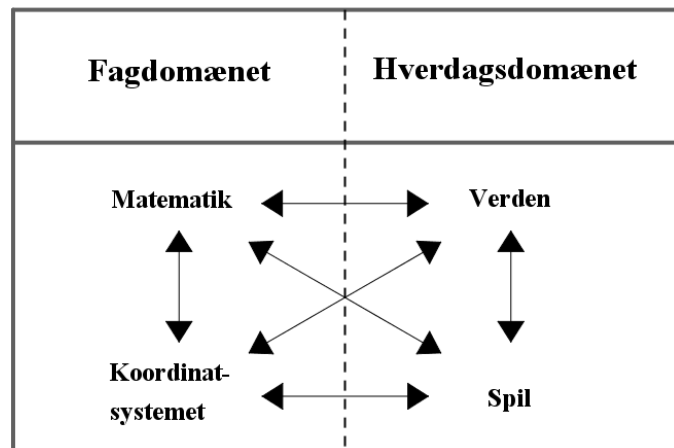
De dominerende former for handlemuligheder er disciplinære, hvilket understreges af elevernes beskrivelse af vigtigheden af at lytte og følge med, når læreren forklarer. Sideløbende er der en fortælling, som også omfatter, at komme med gode forklaringer og finde alternativer til lærerens løsningsmetoder. Her besidder eleverne en større del af autoriteten i forhold til at vurdere om en løsning er legitim samt begrebslige handlemuligheder.

Analysen viser indikationer på to af de typiske former for matematikelever. Den elev-type, der identificerer sig med undervisningen i form af Adam og Mads samt den elev-type, der blot samarbejder med læreren i form af Melanie. Således ses der en variation i forhold til, hvordan eleverne oplever forventningerne i matematikundervisningen og ligeledes i, hvordan de identificerer sig med forestillingen om den gode matematikelev. Normal matematik for eleverne er præget af fortællinger om snyd og hån, hvor det opfattes som en fordel at holde sig for sig selv i undervisningen og koncentrere sig om sin egen gruppe.

3.3 *Minecraft*, Verden Koordinatsystemet og matematik

Temaet, der præsenteres i følgende afsnit, omhandler perspektivskift, som eleverne oplever gennem undervisningsforløbet med *Minecraft*. Afsnittet undersøger, hvordan forskellige perspektivskift kan forstås som konceptuel udvidelse af matematiske begreber, spil som koncept og *Minecraft* som spil. De teoretiske begrebsapparater, der bruges er domænemodellen, (Hanghøj, 2012) og dialogisk læring som konceptuel udvikling (Kazak m.fl., 2015). Uddrag og henvisninger til elevudtalelser refererer her til elevinterviewene med mindre andet er anført.

Gennem den tematiske analyse er der identificeret et tema, der omhandler elevernes forbindelser mellem fagdomænet og hverdagsdomænet gennem de fire begreber matematik, koordinatsystemet, verden og spil. Elevernes forhandling og udvidelse af koblinger mellem hverdagsdomænet og fagdomænet ses gennem analysen som centralt i de perspektivskift, eleverne oplever i undervisningsforløbet. Fx hvordan matematik opleves som enten isoleret fra omverdenen, eller som en integreret del af den. Her illustreres disse koblinger for at tydeliggøre, hvilken konceptuel forståelse af matematik,



Figur 12

forstået gennem Kazak m. fl. (2015) forløbet, har initieret. Figur 14 viser de mulige sammenhænge mellem begreberne med dobbeltpile. Det overordnede tema er konstrueret gennem disse sammenhænge. De blev indledningsvist konstrueret som temaer, der handlede om specifikke perspektivskift vedrørende de enkelt forbindelser mellem de fire begreber. I forhold til domænemodellen forstås matematik som elevernes opfattelse af matematikundervisning og de gyldighedskriterier, de normalt vurderer matematik ud fra. Koordinatsystemet er placeret som en del af fagdomænet, da praksisser i forbindelse med det er knyttet til fagdomænet gennem underviserens intentioner og formål med undervisningen. Men som analysen vil illustrere, er denne forbindelse ikke en selvfølgelighed for alle elever. Hverdagsdomænet består her af koncepterne verden og spil. Spil forstås som en specifik del af hverdagsdomænet, som eleverne indgår i ikke specialiserede videnspraksisser med og har tydelige gyldighedskriterier for. Mange af eleverne kender *Minecraft* i forvejen og har spillet det i fritiden, og derfor antages det, at *Minecraft* er en del af den specifikke del af hverdagsdomænet, der omhandler spil. Verden refererer her til verden uden for matematikundervisningen og kan hermed forstås som hverdagsdomænet mere bredt, hvilket inkluderer elevernes oplevelser i frikvarter og andre fag.

3.3.1 Matematik i spil

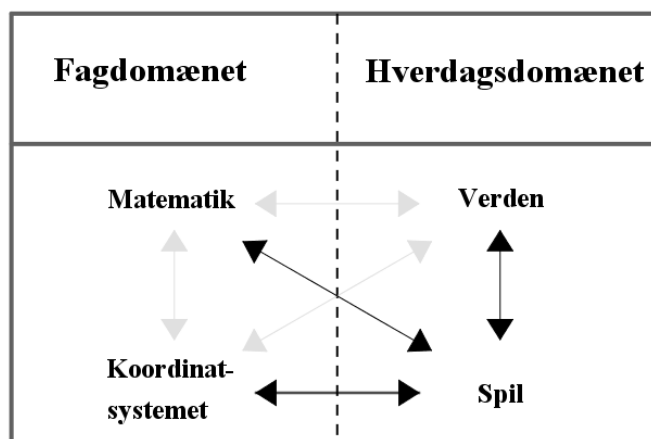
Dette perspektivskift omhandler forbindelsen mellem *Minecraft* som et computerspil, der relaterer til hverdagsdomænet og matematik som en del af et fagdomæne, hvilket præciseres gennem forbindelser mellem koordinatsystemet og spil, samt spil og verden som vist på Figur 15.

Mads og Adam fortæller her om, at de bliver direkte overrasket over, at man kan lære matematik igennem computerspil. Deres indledende forventninger til

undervisningsforløbet er ikke store, og de bliver både overrasket over hvor godt elevgruppen som

helhed følger med og over, at nogle elever "... kunne forstå opgaverne bedre end vi sidder i klassen med rigtig matematik." (Bilag 1, s. 1) I uddraget nedenfor bliver disse perspektivskift eksemplificeret gennem

Mads og Adams interview. Uddraget starter efter, at de har forklaret, at forløbet var meget anderledes end normal matematik, fordi man skulle arbejde med et spil:



Figur 13

Adam:	Men da vi hørte at matematik i <i>Minecraft</i> så troede vi at det var umuligt fordi [Mads: Ja, det var umuligt] vi har prøvet det og vi kunne ikke se sjovheden i det rigtigt. Fordi vi er meget tit øh normale matematik.
Interviewer:	Nåh og hvad var det I havde prøvet siger I. I havde prøvet <i>Minecraft</i> ?
Adam:	Ja vi havde prøvet det nede i klubben, ungdomshuset.
Mads:	Jeg havde aldrig prøvet.
Interviewer:	Nej, Og <u>du</u> havde aldrig prøvet det?
Mads:	Nej.
Adam:	Han har kun set andre gøre det.
Interviewer:	Men du havde prøvet det og [Adam: Ja] du sagde du kunne ikke ligesom se at der var matematik...
Adam:	Det var ikke. Jeg kunne se alle de andre de havde også kontoer for online. Fordi de troede det var så sjovt. Så gik jeg rundt og spurgte dem hvad er det der er så sjovt ved det og så sagde de. Det er bare spillet i sig selv der er sjovt.
Aktivitet:	(Telefon ringer – Interviewet afbrydes)
Mads:	Jeg vidste ikke man kunne lærer om matematik ud af et spil.
Interviewer:	Hov. Sig det igen.
Mads:	Jeg vidste ikke at man kunne lærer om matematik ud af øhm, ud af et spil.
Interviewer:	Nej, du vidste ikke man kunne lærer matematik ud af et spil.
Mads:	Og jeg troede heller ikke man kunne,

(Bilag 1, s. 4)

Mads og Adams oprindelige forventninger er at arbejde med *Minecraft* i matematik er umuligt, og de har altså ikke opfattet *Minecraft* som noget, der indeholdt muligheden for at udføre matematiske praksisser.

Mads fortæller: *"Jeg vidste ikke man kunne lærer om matematik ud af et spil."* Og udvider således perspektivskiftet. Det, at det er muligt at lære om matematik gennem spil, bliver nyt og udtalelsen: *"... jeg troede heller ikke man kunne"* indikerer ligeledes, at det er en position, der ligger langt fra den oprindelige position.

Set gennem teorien om dialogisk læring (Kazak m.fl., 2015) *af-identificerer* eleverne sig med deres oprindelige perspektiv og ser altså nu en kobling mellem fagdomænet og hverdagsdomænet. Nemlig den, at man kan lære matematik fra et spil, hvilket her kan forstås som en augmentation både i forhold til konceptet spil, da der tilbyder sig et nyt tilgængeligt perspektiv på hvad et spil er, men også på matematik. Senere i interviewet genoptages dette spor gennem en forbindelse mellem koordinatsystem og spil:

Mads:	<i>Jeg vidste ikke at man kunne bruge det der koordinatsystemet i spil eller, Mine eller i virkeligheden.</i>
Interviewer:	<i>Nej, du vidste ikke at man kunne bruge det i spil eller i virkeligheden?</i>
Mads:	<i>Nej jeg troede at det var bare en (.) en ting man skulle lære</i>

(Bilag 1, s. 11)

Mads vidste ikke at koordinatsystemet kunne bruges i spil eller i virkeligheden, hvilket kan ses som en augmentation i forhold til begrebet koordinatsystemet fra Mads' side, da han nu kan indtage flere forskellige perspektiver på det i forhold til før. Når Mads beskriver, at han troede, at det med koordinatsystemet bare var *"en ting man skulle lære"*, ligger der en form for selvfølgelighed i, at sådan kan det godt hænge sammen i matematiktimerne. Fagdomænet synes i denne udtalelse at være præget af ikke at have nogen relevans for eller sammenhæng med det, han kalder virkeligheden, eller hverdagsdomænet. Han forventer ikke, at indholdet i matematikundervisningen har relevans for verden, men oplever i dette tilfælde, at det har. I følgende uddrag kommer vi nærmere, hvordan de to elever oplever brugen af spil i undervisningen.

Interviewer:	<i>... Syntes I at de her slags opgaver I lavede her syntes I at de var anderledes end de opgaver I normalt laver i matematik...</i>
Adam:	<i><u>Meget</u></i>
Mads:	<i><u>Rigtig meget</u></i>
Interviewer:	<i>Hvorfor?</i>
Adam:	<i>Vi, vi plejede, fordi jeg har aldrig nogensinde bygget en jernbane i matematik [Mads: Ja]</i>
Interviewer:	<i>He he</i>
Mads:	<i>Det har vi ikke.</i>
Adam:	<i>Eller Jeg har faktisk aldrig nogensinde spillet i matematik [Interviewer: nej] jo kun det der Matfessor, det er ikke rigtigt spil. [Mads: Det er ikke spil] fordi man skal gange og så rykker man måske meget lidt.</i>
Interviewer:	<i>Okay, men det er ikke et rigtigt spil?</i>
Mads:	<i>Nej,</i>
Adam:	<i>Nej ikke ligesom det her.</i>
Interviewer:	<i>Nej, hvad, hvordan er det her anderledes end det i har spillet på matfessor?</i>
Adam:	<i>Her skal man bygge og,</i>

Mads:	Bygge og det er også sjovt
Adam:	Og koordinatsystemet, snakke sammen tjekke hinanden hele tiden
Interviewer:	ja,
Adam:	Fordi Matfessor der behøver man overhovedet ikke at snakke sammen. [Mads: ja] Det her det er meget om samarbejde, [Mads: Ja, samarbejde]

(Bilag 1, s. 16-17)

Undervisningsforløbet har været meget anderledes end det, eleverne forbinder med normalt matematik, og de har " ... *aldrig nogensinde bygget en jernbane i matematik*". Gennem domænemodellen (Hanghøj, 2012) ses Adams beskrivelse af, at han aldrig har spillet spil i matematik som en del af en dialog, der omhandler gyldighedskriterier for, hvad spil er. Således er *MatematikFessor* en slags spil, men alligevel ikke et rigtigt spil, som eleverne forstår det. *Minecraft* ses derimod som et rigtigt, spil hvor der er nogle anderledes muligheder for at handle fx ved at bygge, og det er noget, man kan være sammen om. De har således ikke prøvet at spille spil før i matematikundervisningen, men der er alligevel en stemme, der kommer til udtryk, der foreslår *MatematikFessor* som en mulighed for, at det har de. Den bliver dog forkastet igen, da dette ikke kan leve op til gyldighedskriterierne for, hvad et spil er. De to elevers integration af videnspraksisser mellem fagdomænet og hverdagsdomænet er i en eller anden grad afhængig af om spillet, der arbejdes med, lever op til de gyldighedskriterier, de har fra hverdagsdomænet omkring spil. Således opfattes arbejdet med *MatematikFessor* altså ikke som værende spil nok til, at det lægger op til koblinger mellem domænerne, mens *Minecraft* i højere grad opfattes som et egentligt spil og dermed netop giver mulighed for, at der sker koblinger mellem domænerne.

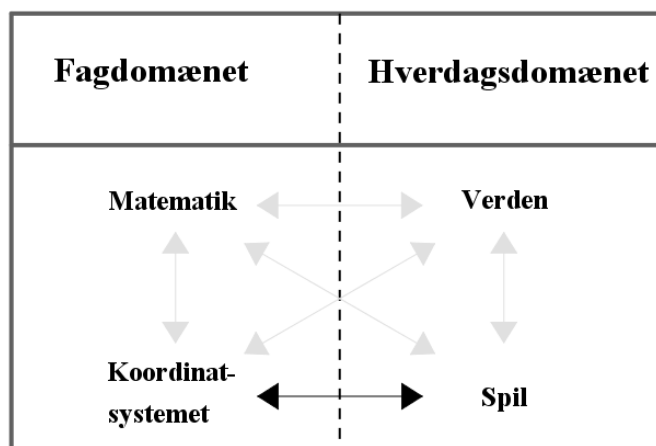
I interviewet tegnes et billede af en integration af videnspraksisser mellem fagdomænet matematik og den del af hverdagsdomænet, der har med forståelse af spil at gøre for Adam og Mads. I forhold til konceptuel udvikling (Kazak m.fl., 2015) er der således sket en augmentation i forhold til en række koncepter. Koordinatsystemet kan tillægges yderligere perspektiver, idet det kan bruges både i spil og virkeligheden. Et yderligere perspektiv på begrebet spil er, at man kan lære matematik gennem spil, hvilket indeholder det komplementære perspektiv på matematik - nemlig at matematik også kan være en del af spil. Således kan man gennem domænemodellen tale om, at samlingen af perspektiver, der findes i hverdagsdomænet og fagdomænet, begge er udvidet og augmenteret.

Elever oplever koblingen mellem fagdomænet matematik og spil som en del af hverdagsdomænet som et perspektivskift og hermed også en augmentation i forhold til både matematik og spil. Skiftet i perspektiv er betinget af de gyldighedskriterier, eleverne har omkring spil og synes at indeholde et potentiale i forhold til at opleve matematikundervisningen som værdifuld, i og med det rækker ud over at forstå matematik som noget, det bare skal læres.

3.3.2 Koordinatsystemet i spil og *Minecraft*

Dette afsnit præciserer elevernes oplevelser af, hvordan koordinatsystemet specifikt bruges i spillet *Minecraft*. Nogle elever oplever en direkte forbindelse mellem koordinatsystemet og de muligheder, det giver dem i *Minecraft*. Ser vi arbejdet med koordinatsystemet gennem domænemodellen (Hanghøj, 2012) som en videnspraksis, er den nu gyldig i andre domæner end fagdomænet, fordi eleverne oplever, at de kan bruge koordinatsystemet til at løse problematikker, der opstår i disse domæner.

Almir beskriver fx, at man kan bruge koordinatsystemet i *Minecraft* til at finde steder, han har glemt hvor ligger (Bilag 3, s. 19). En forståelse af koordinatsystemet bliver altså en måde at forstå *Minecraft* på.



Figur 14

Arbejdet med koordinatsystemet, som en gyldig videnspraksis, der rækker ud over et snævert matematisk fagdomæne ses gennem en oplevelse Maja og Almir har haft i dansktimerne, hvor de har kunnet bruge koordinatsystemet til at finde deres gruppested. De skulle præsentere deres sted på tavlen fra lærerens computer og kom i problemer, da de ikke kunne finde stedet. Løsningen var at skrive koordinaterne ned fra deres egen computer og finde dem på lærerens (Bilag 3, s. 19). Følgende uddrag illustrerer, hvordan Hasans oplevelse kan forstås som en udvidet position i forhold til forståelsen af *Minecraft* i kraft af en forståelse af koordinatsystemet som matematisk koncept.

Interviewer:	... har I lært noget nyt om koordinatsystemet som I ikke vidste før eller [Begge: ja] eller kan I noget med det som I ikke kunne før?
Hasan:	Ja, altså jeg vidste ikke, selvom jeg har spillet <i>Minecraft</i> ret meget så vidste jeg ikke hvor koordinatsystemet var. Selvom jeg trykkede på F3 så altså så kom det frem, men jeg vidste det ikke, jeg vidste ikke hvad det var, altså lige så snart da jeg gik så var det det kørte men så var det jeg slukkede det igen, så var det altså jeg vidste ikke hvad det var men nu, nu ved jeg godt hvad det var. Nu bruger jeg det tit i <i>Minecraft</i> .
Interviewer	Okay, så du har brugt det efterfølgende [Hasan: ja] efter forløbet her.
Hasan	Ja fordi hvis jeg skal finde noget som jeg har glemt men som jeg har koordinaterne til, så kan jeg bare, så kan jeg bare lige gå over til dem.

(Bilag 4, s. 16)

Hasan vidste godt at han kunne trykke på F3 i *Minecraft* og få en række information frem, men kunne ikke omsætte informationen til noget meningsfuldt. Når han bevæger sig inde i *Minecraft*, så bevæger tallene sig også, eller som han siger det, det kørte "... altså lige så snart da jeg gik så var det det kørte..." Han forstår dog ingen dybere mening med det. Nu ved han godt, hvad tallene betyder, og han bruger det tit fx

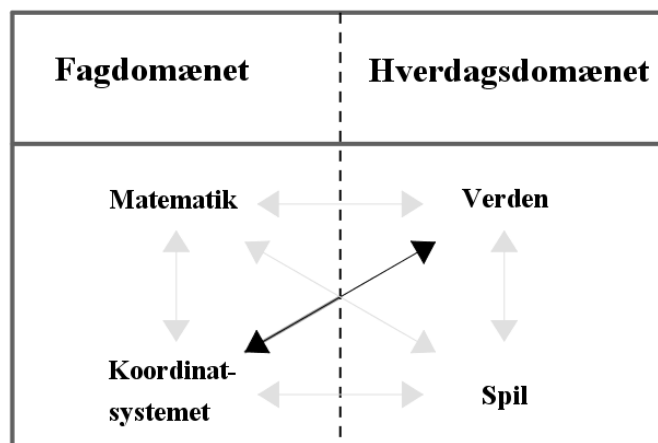
til at finde ting. I forhold til domænemodellen (Hanghøj, 2012) italesættes koordinatsystemets brugbarhed igennem hverdagsdomænet, hvor Hasan oplever, at ” *Nu bruger jeg det tit i Minecraft* ”. Dermed er konceptet koordinatsystemet integreret i og koblet med en del af Hasans hverdagsdomæne og arbejdet med koordinatsystemet i *Minecraft* italesættes altså her som en gyldig videnspraksis i *Minecraft* og hverdagsdomænet.

I relation til teorien om dialogisk læring (Kazak m.fl., 2015) bliver Hasans forståelse af, hvad *Minecraft* er for en størrelse, suppleret med et nyt perspektiv, der dermed augmenteres til også at indeholde en måde at bruge koordinatsystemet på. Dermed er der tale om to forskellige augmentationer i koblingen mellem koordinatsystemet og *Minecraft*. Dels sker der en udvidelse af de perspektiver, Hasan kan tage over for *Minecraft*, i og med han har fundet en ny tilgang til spillet, der kan bruges til en række forskellige ting. Dels indikerer dette, at der også må ske en udvidelse i forhold til de perspektiver, han kan tage i forhold til koordinatsystemet. Perspektivet på *Minecraft* som spil tilhørende hverdagsdomænet bliver altså augmenteret i kraft af en forståelse for koordinatsystemet, der tilhører fagdomænet.

Afsnittet illustrerer, at eleverne kan forestille sig, hvordan man kan bruge koordinatsystemet til at finde ting, samt et konkret eksempel på, hvordan det har været i brug uden for matematikundervisningen. Afsnittet redegør for, hvordan eleverne oplever, at de kan bruge koordinatsystemer i *Minecraft*, samt hvornår det var relevant at gøre for nogle elever.

3.3.3 Koordinatsystemet med hverdagsdomæne ord

Dette afsnit undersøger hvordan koblingen mellem koordinatsystemet og verden kommer til udtryk i elevernes beskrivelser af koordinatsystemet. Det interessante her er at eleverne finder deres beskrivelser af koordinatsystemet i begreber der tilhører hverdagsdomænet. Hvilket ses som indikationer på at eleverne har skabt koblinger mellem de to domæner. Mads og Adam beskriver fx at de nu tænker på Koordinatsystemet som en GPS (Bilag 1, s. 11) mens Maja og Almir laver en anden sammenligning, da de bliver spurgt til hvordan det var at arbejde med Koordinatsystemet i *Minecraft*:



Figur 15

Maja	<i>Ja, og det var nyt og man ku, man kunne også bruge det til at finde steder hen. Ligesom et kompas bare hvor der står, et sted hvor det øh, man kan lidt ligesom sige det er en adresse på en eller anden måde</i>
Interviewer	<i>Ja.</i>
Almir	<i>Adresse, bare meget svær at finde.</i>
Interviewer	<i>En adresse, ja, det var skægt, og meget svær af finde hvordan det?</i>
Almir	<i>Den var bare svær at finde.</i>
Maja	<i>Fordi, fx. y det, der skulle man flyve og der skulle man se hvor meget hvis man fløj op så ændrer den nedenunder sig måske og sådan noget. Og så var det lidt svært. eller meget svært.</i>

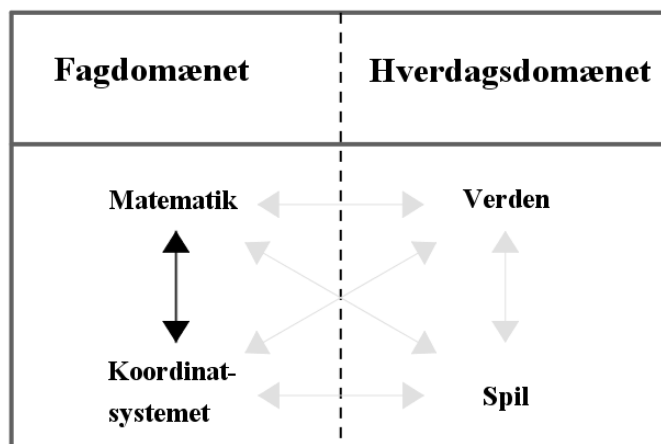
(Bilag 3, s. 12)

Man kan bruge koordinatsystemet til at finde steder. Det kan fungere lidt som et kompas og koordinaterne altså der: "*hvor der står, et sted*" fungere som en adresse af en slags, hvilket Almir er enig i. Uddraget viser at de har en forståelse af at koordinatsystemet kan bruges til lokalisering og indeholder bestemte måder at angive lokalisering på. I forhold til domænemodellen (Hanghøj, 2012) er det interessant at eleverne bruger ordet *adresse* med oprindelse i hverdagsdomænet når de skal beskrive koordinatsystemet. Dette tyder på at der er en begrebsmæssig kobling mellem koordinatsystemet på tværs af fagdomænet og hverdagsdomænet. Man kan angive præcise lokaliseringer med koordinatsystemet (Fagdomænet) lige såvel som man kan angive præcise lokaliseringer med en adresse (hverdagsdomænet). Således kan man sige at det at lokalisere noget fremstår som en gyldig videnspraksis i begge domæner og hermed at med til at skabe koblingen mellem domænerne. Eleverne italesætter dog at koordinatsystemet og adresse ikke er ens koncepter ved at fortælle at selve arbejde med at finde en lokation i koordinatsystemet er svært og forbundet med at have mange forskellige faktorer til at passe sammen: "*hvis man fløj op så ændrer den nedenunder sig måske og sådan noget.*". Afsnittet har redegjort for hvordan elevernes italesættelse af deres forståelse af koordinatsystemet som et fagdomæne begreb, gennem hverdagsdomæne begreber som GPS og adresse angiver en positiv kobling mellem de to domæner.

3.3.4 Er koordinatsystemet matematik?

Dette afsnit omhandler, hvordan eleverne oplevede koordinatsystemets være knyttet til matematik. Der var her en betydelig spredning i, hvordan eleverne oplevede interventionen som værende knyttet til fagdomænet matematik. For Mads blev koblingen direkte bundet i, at de arbejdede med koordinatsystemet. Han identificerede arbejdet som matematik, netop fordi det havde noget med koordinatsystemet at gøre (Bilag 1, s. 12-13). Samme begrundelse findes hos Yousef der ved, det er matematik fordi: " ... vi kunne genkende koordinatsystemet" (Bilag 6, s. 10). For nogle elever er det dermed en selvfølge, at koordinatsystemet er knyttet til matematik. Andre elever havde alternative begrundelser for undervisningsforløbets tilknytning til fagdomænet. Direkte adspurgt svare Henrik fx "årh, nok med alle de, ja bare også i det hele taget, det er vores matematiklærer der står og underviser os i det." (Bilag 2, s. 10). Ræsonnementet er, at hvis det er matematiklæreren, der underviser i det, så må det jo være matematik.

Elevernes koblinger af domæner var altså ikke entydig og nogle elever koblede ikke koordinatsystem som koncept med de aktiviteter, de lavede i undervisningsforløbet til gyldige kriterier i fagdomænet. Herunder vises et uddrag af, hvordan Kamila og Melanie har svært ved at kategorisere arbejdet med koordinatsystemet som noget, der tilhører fagdomænet og virker usikre på, om en sådan kobling eksisterer:



Figur 16

Interviewer:	Hvordan kunne man vide at man lavede matematik i det her forløb?
Melanie:	Det vidste jeg ikke. Jeg vidste ikke vi, eller jeg vidste godt at vi havde matematik men jeg vidste ikke der var matematik i Minecraft, da vi skulle, når man normalt spiller Minecraft. Der vidste jeg ikke der var matematik i det.
Kamila:	Det vidste jeg heller ikke, selvom jeg altid plejer at spille Minecraft.
Interviewer:	Det vidste du heller ikke, du spiller rigtig meget Minecraft, okay.
Melanie:	Mja.
Interviewer:	Nå men, hvad tænker I så om det med, at så har I opdaget at der er matematik i det nu eller hvad?
Melanie:	Mmm
Interviewer:	Ja, hvad tænker I om det?
Kamila:	Jo
Melanie:	Ja, (.) det tror jeg der er. (.) ja, he he, ja der er matematik i Minecraft. (.) man kunne, (.) Man kunne øh (.) altså matematik det er alt det der regnestykker og gange og sådan noget og Minecraft det er spil og (.) og så, he, og så kan, når man, man kan jo godt bruge matematik i Minecraft, ja. Fordi at man kunne gange klodserne eller, man kunne sige diamond klods gange med 51 eller et eller andet. Så kunne man lave en sti eller et eller andet hvor der var 51
Interviewer:	Ja okay. Så man kan bruge den matematik i plejer at lave til at lave nogle ting inde i Minecraft.

Melanie	<i>Jeg er bare ikke godt til at forklare.</i>
Interviewer	<i>Jo Jo, du er rigtig god til det. Hvad. Men det her med koordinatsystemet er vel også en form for matematik er det ikke eller?</i>
Melanie	<i>Jo. Der er jo tal. he he.</i>
Interviewer	<i>Der er jo tal?</i>
Melanie	<i>Ja.</i>
Interviewer	<i>Men det er måske lidt anderledes [Melanie: ja] end det matematik i plejer at lave.</i>
Melanie	<i>Det er lidt anderledes.</i>
Interviewer	<i>Ja, hvad er der anderledes ved det?</i>
Melanie	<i>At vi har aldrig brugt koordinatsystemet i matematik, det plejer man ikke at gøre.</i>
Interviewer	<i>Nej?</i>
Melanie	<i>Nej det tror jeg ikke man gør.</i>

(Bilag 5, s. 12-13)

Set gennem teorien om dialogiske læring (Kazak m.fl., 2015) er uddraget en række stemmer i Melanie. Når hun bliver spurgt, hvordan hun kunne vide, at hun lavede matematik i forløbet, er hendes udgangspunkt således, at det vidste hun ikke. Hun ”*vidste godt, at vi havde matematik*” men når hun tidligere har spillet *Minecraft*, har hun ikke tænkt det som matematik.

Når eleverne bliver spurgt ind til, om de har opdaget, at der er matematik i *Minecraft* tøver de, indtil Melanie svarer: ”*Ja, (.) det tror jeg der er. (.) ja, he he, ja der er matematik i Minecraft.*” I denne del af uddraget ses den indre dialog i Melanie, hvor hun først bekræfter, at der er matematik i *Minecraft*. Hvorefter hun bliver i tvivl og kun tror, der er matematik i *Minecraft*, mens hun afslutningsvis bestemmer sig og smågriner og konkluderer, at jo, der er matematik i *Minecraft*. Netop Melanies grin er her interessant i det dialogiske perspektiv, da skift i perspektiv ikke er automatiske og involverer at være i stand til at se den andens perspektiv. Den åbenhed mod den anden og følelse af fællesskab, der kan være en del af latter, kan netop være en indikator på et sådanne dialogisk skift (Kazak m.fl., 2015, s. 116–117). Dette tyder på, at det er i selve interviewsituationen, at det reelle perspektivskift sker. Dermed sker det måske i højere grad for at nærme sig interviewerens perspektiv end det kommer af oplevelser, hun har haft igennem undervisningsforløbet, noget det bekræftes af hendes videre forklaring. Forklaringen af, hvordan der er matematik i *Minecraft* tager ikke udgangspunkt i de aktiviteter der har været tilstede igennem undervisningsforløbet men i en refleksion over, hvad matematik er for en størrelse ”... *altså matematik det er alt det der regnestykker og gange og sådan noget...*” Dette mener hun så, at man godt kan bruge i *Minecraft*, fx hvis man skal lave opgaver, hvor man ganger klodserne. I relation til domænemodellen (Hanghøj, 2012) kan man altså sige, at hun tager i forvejen eksisterende og gyldige kriterier fra fagdomænet matematik og ræsonnerer sig frem til, hvordan disse kan passe ind i *Minecraft*. Hun forholder sig ikke til eller refererer til interventionen med *Minecraft*.

Når de bliver spurgt, om koordinatsystemet også er en slags matematik kan Melanie godt se, at det har noget med tal at gøre: ”*Jo. Der er jo tal. he he.*” Igen kan grinet indikere, at hun prøver at nærme sig interviewerens, her noget ledende spørgsmålsrække og gerne vil nærme sig dennes synspunkt gennem

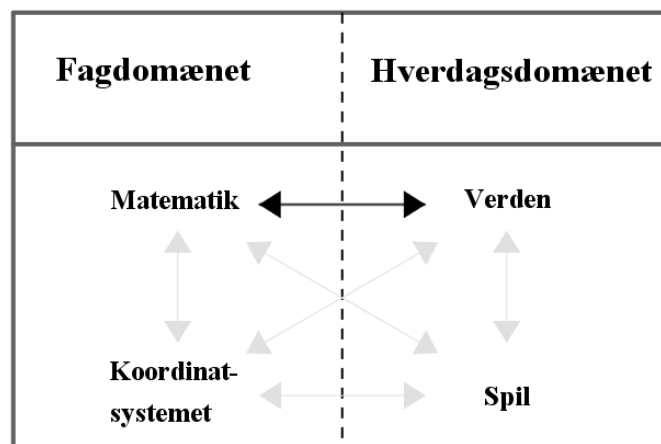
opstilling af en form for hypotese: "det er jo tal" og dermed har det "jo" nok noget med matematik at gøre. Uddraget er et eksempel på, hvordan Melanie er i dialog med det Kazak m.fl., (Kazak m.fl., 2015) beskriver som den overbevisende stemme, der ændrer hendes ord indefra. Dette sker gennem interviewerens udefrakommende perspektiv, som hun prøver sig at nærme ved at forsøge at anerkende, at der er en forbindelse mellem matematik og *Minecraft*. De plejer dog ikke at bruge koordinatsystemet i matematik, og hendes sidste udtalelse " *Nej det tror jeg ikke man gør*" indikerer således, at hun er i tvivl, om det overhovedet er et koncept, der tilhører matematik. Her synes den indre dialog i Melanie at forkaste det udefrakommende synspunkt, og det ses ikke længe som en overbevisende stemme i hende, men i højere grad som den autoritative stemme, som hun ikke indgår i dialog med.

Arbejdet med koordinatsystemet i forløbet set gennem domænemodellen (Hanghøj, 2012) er således ikke i overensstemmelse med det Melanie forbinder med gyldige videnspraksisser i fagdomænet. Når Melanie skal forklare hvilken matematik, der er i *Minecraft*, bliver det i forhold til allerede eksisterende videnskriterier for hvad, der konstituerer gyldig praksis og viden i fagdomænet. I hendes optik har fagdomænet at gøre med regnestykker og at kunne gange. I den forstand fremstår fagdomænet matematik og koordinatsystemet som afkoblede fra hinanden. Ikke i konflikt med hinanden men uden relevans for hinanden. I forhold til konceptuel udvikling (Kazak m.fl., 2015) er fraværet af nye perspektiver på både *Minecraft* og koordinatsystemet samt Melanies afsluttende afvisning af dialogen med interviewerens stemme betydelige indikatorer for, at hun ikke har udvidet sin konceptuelle forståelse i retning af koblinger mellem domænerne.

Dette afsnit af analysen har tydeliggjort, at der i elevernes oplevelser af undervisningsforløbet kan ses en betydelig spredning i elevernes kobling mellem undervisningsforløbet, koordinatsystemet og det matematiske fagdomæne. For nogle elever er det en selvfølgelighed at denne forbindelse eksisterer. For andre elever virker det ikke til, at undervisningsforløbet har givet anledning til, at de oplever koblinger mellem koordinatsystemet og fagdomænet matematik.

3.3.5 Undersøgende tilgang til teknologi

Dette og næste afsnit vil tage udgangspunkt i, hvordan elevernes oplevelser fra undervisningsforløbet giver anledning til koblinger mellem matematik og verden. Her præsenteres oplevelsen af en undersøgende tilgang som en matematisk arbejdsform, der har givet anledning til perspektivskift hos Leah og Hasan. Perspektivskiftet tager udgangspunkt i det, de beskriver som at udforske. De oplever, at de har fået nye handlemuligheder i arbejdet med computeren samtidig med, at de nu kan se sig selv som elever, der handler på de ukendte elementer, de møder på en skærm i stedet for at undgå dem.



Figur 17

Leah:	<i>Det var også sådan, altså hver gang, altså hvis jeg ikke forstår hvad der nu kommer op på skærmen ikke, så slukker jeg bare for computeren fordi at hvad nu hvis der er sket et problem så vil jeg ikke, ja, blandes ind i det. Hver gang at jeg slukkede for den så var det væk, så tænkte jeg at hver gang når det kommer, så slukker jeg bare, men nu så tænker jeg at det var lidt latterligt, så</i>
Interviewer:	<i>At det var lidt latterligt, hvorfor det?</i>
Leah:	<i>Fordi at, så bruger man jo også bare meget tid, fordi at du ku, at hvis jeg bare havde lært hvordan det kom frem så ville jeg jo bare kunne trykke på en knap i stedet for.</i>

(Bilag 4, s. 16-17)

Når Leah før så noget på skærmen, hun ikke kunne forstå, reagerede hun ved at slukke eller genstarte computeren, af frygt for at "blandes ind i det.", hvilket får det uforståelige til at forsvinde. Denne form for løsning er nu latterlig fordi hun ser en mulighed for, at hun kan lære, hvorfor det uforståelige kommer frem og løse det ved at "trykke på en knap" – en interaktion med computeren, der virker mere konstruktiv end at slukke. Set gennem teorien om dialogisk læring (Kazak m.fl., 2015) er dette en af-identifikation, hvor Leah beskriver sit oprindelige perspektiv som direkte latterligt. Der er altså sket en augmentation i forhold til, hvordan Leah oplever sine handlemuligheder, når hun ser noget på skærmen, hun ikke forstår. Det perspektivskift, hun oplever, er, at det kan være muligt at sætte sig ind i uforståelige ting på skærmen, og at der potentielt eksisterer en løsning gennem at trykke på knapper. Perspektivskiftet uddybes i næste uddrag fra slutningen af interviewet, hvor eleverne bliver spurgt om, hvad der har været vigtigt i forløbet, for dem:

Leah:	<i>Hvis der kommer noget frem på din skærm syntes jeg man skal udforske det.</i>
Interviewer:	<i>Ja, er det det du ligesom har lært i det her forløb.</i>
Leah:	<i>Ja [Hasan: mmm] man skal ikke gøre det som man plejede at gøre, bare slukke for skærmen, [Interviewer: nej, fedt]</i>

Hasan:	Altså jeg er ikke en udforsker dreng, men altså hvis øh, Jeg har en computer derhjemme, altså hvis, når jeg åbner den og der kommer sådan noget virus eller noget, så gider jeg ikke og, så slukker jeg bare, eller jeg genstarter min, øh min computer, [Interviewer: mmm] Altså jeg er ikke en type men, i den her uge så, så er det sjovt at udforske [Leah: ja] [Interviewer: ja] Så hvad hedder det skal jeg ikke bare sådan ødelægge det hele, [Leah: ja]
Interviewer:	Slukke det hele ligeså snart der er noget der,
Hasan:	Ja, så kommer det bare igen. ja.

(Bilag 4, s. 21)

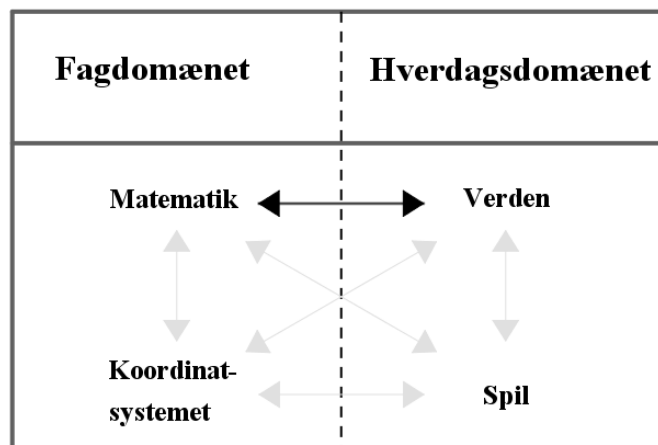
Leah fortæller at ” Hvis der kommer noget frem på din skærm” – underforstået her, at det er noget, man ikke forstår, så skal man udforske det og ikke bare slukke for skærmen, som man plejer. Hasan supplerer med, at han ikke ser sig selv som ” en udforske dreng” og også bruger strategien med at slukke computeren eller genstarte, når der kommer noget uønsket op på skærmen. I forløbet har han dog haft en oplevelse af, at det er sjovt at udforske. Derudover påpeger han, at strategien med at slukke eller ”bare sådan ødelægge det hele” ikke fører til særligt meget, da han oplever at problemerne ikke forsvinder, men kommer igen.

I forhold til domænemodellen er det at udforske en ukendt faktor på computerskærmen en videnspraksis som en del af scenariedomænet, i og med den knytter sig til elevernes aktive deltagelse i det konstruerede domæne, der opstår i undervisningen. Det, perspektivskiftet synes at indebære her, er, at denne videnspraksis får validitet ikke bare i undervisningen og i det konkrete scenarie, men i en generel tilgang til interaktion med computere. Således bliver oplevelsen med at udforske som en fagdomæneaktivitet i undervisningsscenariet, til valid videnspraksis også i hverdagsdomænet.

Dette afsnit viser, hvordan det at udforske som en del af undervisningsforløbet har givet anledning til ændrede praksisser i forhold til elevernes handlemuligheder med it i hverdagsdomænet.

3.3.6 Matematik i verden

Det sidste perspektivskift, der præsenteres i analysen, omhandler igen, elevens kobling mellem matematik og verden. Uddraget kommer i forlængelse af, at Henrik og Kalle fortæller om deres oplevelse med at lave en udfordring i *Minecraft* til deres klassekammerater. I deres tilfælde en skattejagt. Uddraget illustrerer, hvordan Henrik oplever, at koordinatsystemet ikke kun kan ses gennem gyldighedskriterier i fagdomænet men bliver et koncept, der har relevans ud over dette.



Figur 18

Interviewer:	Hvad tænkte I af matematik da I skulle lave den opgave? Tænkte I matematik?
Henrik:	Årh, ja. Jeg vil sige at jeg <u>tog</u> det ikke som matematik men (.) de der koordinater man skal huske og skrive ind det er jo selveste matematik.
Interviewer:	Ja, og hvad betyder det der "Jeg tog det ikke som matematik", det skal jeg lige forstå.
Henrik:	Årh, se. I stedet for. Se. I starten tog jeg koordinatsystemet som fuldt ud matematik, det er bare noget altså, som man kun kan lave i matematik, men nej, du kan lave det i alle fag.
Interviewer:	Ah okay.
Henrik:	Du kan også lave koordinatsystemet i idræt.
Interviewer:	Ja.
Henrik:	Og i øh, hvad hedder det, og i øh, årh billedkunst fordi der er der koordinatsystem på et øh billede jo, [Interviewer: Nå ja, det er da rigtigt nok] der og til nede i venstre hjørne og oppe i højre og. Alle mulige forskelligt.
Interviewer:	Ja, så hvad syntes du om det, at du har fundet sådan noget matematik som man kan bruge over det hele?
Henrik:	Det var det første næsten.
Interviewer:	Det var det første?
Henrik:	Mm. cirka.
Interviewer:	Øh, det skal jeg lige forstå. Det første hvad?
Henrik:	Jeg kunne bruge til alle fag. [Interviewer: Nåh] Fra matematik.
Interviewer:	Nåh, det er det første du har oplevet i matematik...
Henrik:	Man kan bruge til alle fag, [Interviewer: Som man kan bruge til alle fag]
Henrik:	Mmm.
Interviewer:	Og hvordan kan det være at det lige er det her med koordinatsystemet tror du? Det ved du ikke.
Henrik:	Det er bare hvor du kan være jo. Du kan være alle steder også i idræt og i håndværk og design, sløjde og sådan noget.

Da Henrik bliver spurgt om hvilken matematik, der var i skattejagtsopgaven, beskriver, han at koordinatsystemet er "*... selveste matematik*", og at han oprindeligt troede, at "*... det er bare noget altså, som man kun kan lave i matematik*," og videre "*... men nej, du kan lave det i alle fag*". Ses uddraget gennem teorien om dialogisk læring (Kazak m.fl., 2015) træder Henrik et skridt tilbage fra sit oprindelige synspunkt og af-identificerer sig med det. Hvilket er et nøgleelement i begrebsudvikling og en forudsætning for, at man kan skifte perspektiv og se ens oprindelige position som fra et perspektiv, der ligger uden for en selv. Dette understreges af Henriks adskillelse af de to perspektiver med ordene "*Men nej*". Henriks oprindelige perspektiv, at "*man kun kan lave det i matematik*" bliver således afvist af ham selv i udtalelsen "*Men nej*" og efterfulgt af en nyere stemme i dialogen, der beskriver, at "*du kan lave det i alle fag*".

Dette er en beskrivelse af et perspektivskift, hvor den oprindelige opfattelse af koordinatsystemet ikke indeholdt synspunktet om, at det kunne bruges ud over matematikundervisningen. Gennem forløbet har Henriks indre dialog altså inddraget et udefrakommende synspunkt, der ser koordinatsystemet som en del af flere forskellige fag. Det oprindelige synspunkt er således blevet suppleret med et nyt synspunkt, der ikke fandtes i den oprindelige indre dialog. Skiftet i perspektiv og den konceptuelle udvikling når sit yderste, når Henrik til slut i uddraget er gået fra en beskrivelse af Koordinatsystemet som noget, der kun tilhører matematiktimen til "*Det er bare hvor du kan være jo. Du kan være alle steder*". Forstået således, at koordinatsystemet er en måde at beskrive placering på, og at placering som fænomen kan eksistere overalt.

Skiftet i perspektiv er udtryk for en læreproces, der bliver tydelig i de nye perspektiver i relation til koordinatsystemet. Koordinatsystemet er ikke længere noget, der udelukkende har med matematikundervisning at gøre men, en måde at beskrive placering på, der kan anvendes universelt og ikke kun i matematik. Da rækken af perspektiver, Henrik kan tage på konceptet koordinatsystemet, er blevet udvidet, og det oprindelige synspunkt er forandret gennem tilføjelsen af nye udefrakommende synspunkter, er der tale om en augmentation (Kazak m.fl., 2015) i forhold til rækken af perspektiver Henrik kan tage.

I forhold til domænemodellen ses konturerne fra en dialog i Henrik, der oplever faget matematik og fagdomænet som værende i mere eller mindre tilknytning til verden. I starten af uddraget fortæller han, at han ikke "*tog det som matematik*" altså ikke opfattede arbejdet med opgaven som matematik. Forklaringen er, at koordinatsystemet i starten blev opfattet som "*fuldt ud matematik, det er bare noget altså, som man kun kan lave i matematik*". Denne matematik er hermed noget, man kun beskæftiger sig med i matematiktimen. Videre siger Henrik "*men nej, du kan lave det i alle fag*" hvilket antyder, at hvis man kan beskæftige sig med koordinatsystemet i alle fag så er det ikke længere "*fuldt ud matematik*". Der er en forståelse af fagdomænet som noget, der er isoleret fra resten af verden. Enten så er ting matematik og kan forstås gennem fagdomænets videnspraksisser, eller også så tilhører det andre domæner. Underforstået, at hvis man kan beskæftige sig med det uden for matematiktimen, så er det nok ikke matematik. Ser man på den første del af svaret: "*Årh, ja. Jeg vil sige, at jeg tog det ikke som matematik men (.) de der koordinater man skal huske og skrive ind det er jo selveste matematik*." Indeholder Henriks svar alligevel et perspektiv, der analyserer sig frem til, at når man arbejder med koordinatsystemet, så er det "*selveste matematik*". Ikke kun matematik men selveste matematik, hvilket kan ses som understregning af styrken af koordinatsystemets kobling til fagdomænet. Henriks udtalelse om, at koordinatsystemet var "*det første næsten*" fra matematik, som han kunne bruge i alle fag, tydeliggør, at matematik normalt ikke

opleves som værende sammenhængende med resten af hans verden. Hvilket minder om den sammenhængsforståelse, der også sås hos Mads og Adam tidligere i analysen (Bilag 1, s. 11).

Derudover indikerer det også, at Henrik indeholder et perspektiv, der giver udtryk for at der må være flere forbindelser mellem matematik og de andre fag. Det var det "*første næsten*" indikerer således, at der nok kommer flere, og det ikke er en enestående hændelse, alligevel så er det "*næsten*" ikke noget, Henrik har oplevet før. Dette indikerer, at Henrik er bevidst om, at der er forbindelser mellem fagdomænet og andre domæner. Alligevel ligger der implicit i udtalelsen, at det er en sammenhæng, som Henrik også analyserer sig frem til, selvom han ikke rigtig oplever koblinger, der skabes mellem de forskellige domæner ud over den, han har oplevet med koordinatsystemet.

I relation til dialogisk læring (Kazak m.fl., 2015) ses her konturerne af, at en dialog, der beskæftiger sig med, hvad det betyder, når noget tilhører fagdomænet. Den stemme Henrik før har mødt, der har været repræsentant for, at matematik har forbindelse med verden har været autoritativ. En stemme som Henrik har kunnet affinde sig med, men ikke indgået i dialog med. Det er først gennem dette undervisningsforløb, at dialogen med denne stemme egentlig opstår, og den skifter karakter over mod den overtalende stemme. I uddraget ses en stemme, der ser fagdomænet som isoleret fra verden, samt en stemme der synes, at forvente, at fagdomænet har en tilknytning til verden, men ikke som sådan har oplevet, at det forholder sig sådan. Stemmerne i dialogen kan således forstås som værende adskilt af usammenlignelighedskløften, en essentiel betingelse for meningsskabelse. Dialogen syntes dog at give udtryk for et voksende, men ikke uvæsentligt, perspektiv i Henrik. Koordinatsystemet er således gået fra at være noget, der ikke havde noget med matematik at gøre til noget der kan betegnes som "*selveste matematik*". Igennem dette synes det nye perspektiv at tage form, nemlig at fagdomænet kan have tilknytning til andet end matematiktimen, og at aktiviteter, der knyttes til andre domæner, ligeledes kan have tilknytning til fagdomænet.

Afsnittet har redegjort for, hvordan deltagelse i undervisningsforløbet for Henrik har betydet nye koblinger mellem fagdomænet og hverdagsdomænet. Det virker til, at Henrik før har været bevidst om, at disse koblinger burde eksistere, og hvor det før var en stemme han affandt sig med, bevæger den sig mod den overtalende stemme, han går i dialog med.

3.4 Delkonklusion to – Perspektivskift og konceptuel forståelse

Det dominerende perspektivskift, der identificeres gennem data, omhandler elevernes kobling mellem fagdomænet og koordinatsystemet på den ene side og hverdagsdomænet med spil og *Minecraft* på den anden. Hermed omhandler den konceptuelle udvidelse, der primært er sket augmentationer af, hvordan matematik og koordinatsystemet opleves som en del af verden, og hvordan dele af verden kan opleves som eller gennem matematik og koordinatsystemet.

Der er sket en ændring i elevernes opfattelse, af et matematisk begreb og en handlemåde, der nu er relevante i andre domæner end fagdomænet. Dette ses igennem beskrivelsen af den udforskende tilgang, der giver nye muligheder ved computerproblemer, de nye måder, de kan koble begreberne kompas og adresse til koordinatsystemet, direkte italesættelser af, at matematik hænger sammen med og kan bruges ud over matematiktimerne samt elevernes beskrivelser af, at de nu bruger koordinatsystemet i *Minecraft*, når de spiller i fritiden.

I koblingen mellem fagdomænet og hverdagsdomænet sker der augmentationer af elevernes perspektiver på matematik som fag og koordinatsystemet, men også på koncepterne spil og *Minecraft*. At undervisningsforløbet har augmenteret elevernes perspektiv på konceptet spil og givet nye perspektiver på, hvordan de kan agere i *Minecraft*, har været med til at facilitere koblingen mellem domænerne.

Analysen peger på, at eleverne oplever normal matematik som dekoblet fra verden, bestående af ting, der bare skal læres og som kun laves i matematikundervisningen. Videnspraksisser, der tilhører fagdomænet, opleves hermed som usammenhængende med hverdagsdomænet. Når eleverne oplever, at de kan bruge koordinatsystemet i spil og i virkeligheden, bliver de overraskede, fordi de oplever, at den matematik, de arbejder med i matematikundervisningen, er relevant for verden uden for matematikundervisningen. En faktor, der har haft indflydelse på elevernes koblinger mellem hverdagsdomænet og matematik, er, at *Minecraft* lever op til de gyldighedskriterier eleverne har, for hvad der konstituerer et rigtigt spil, og at det ikke opleves som et spil, der er konstrueret til undervisning.

Henrik oplever, at der er stærke koblinger mellem fagdomænet og hverdagsdomænet, hvilket udmønter sig i et perspektivskifte, der har konsekvenser for hans forståelse af selve fagdomænet, og hvordan det hænger sammen med verden. Melanie befinder sig i den modsatte ende af spektret. Hun er ikke i stand til at se koordinatsystemet som en del af fagdomænet og har oplevet et undervisningsforløb der nok foregik i matematiktimerne, men ikke rigtig havde noget med matematik at gøre. Der er altså en betydelig variation i, hvordan eleverne oplever koblinger mellem domænerne, hvilket er betinget af, om eleverne kan placere arbejdet med koordinatsystemet som en del af fagdomænet.

3.5 Nye positioner i matematikundervisningen

Dette afsnit bruger positioneringsteorien i scenariebaserede undervisningsforløb (Hetmar, 2016) og domænemodellen (Hanghøj, 2012) til at analysere, hvorledes nye mulige positioner opstår for eleverne i interventionen. For at tydeliggøre, hvordan elevernes mulige positioner ændres, beskrives først, hvordan eleverne oplever *Minecraft* fra deres fritid gennem erfaringer fra hverdagsdomænet. Derefter beskrives, hvordan eleverne oplever, at deres mulige positioner i undervisningsforløbet med *Minecraft* er. Uddrag og henvisninger til elevudtalelser refererer her til elevinterviewene.

3.5.1 *Minecraft* i fritiden

Elevernes oplevelse af *Minecraft* i fritiden og dermed de erfaringer, de har fra hverdagsdomænet, er meget forskellige, og spillet opleves både som en individuel aktivitet, noget man gør sammen eller en kombination af begge. Hasan beskriver, hvordan han spiller *Minecraft*: "... sammen for det meste sammen, i klubben sammen med mine venner eller så er det bare sammen med min lillebror." (Bilag 4, s. 19). Han oplever altså, at det primært er en aktivitet, der laves sammen med andre. Følgende uddrag illustrerer, at det i lige så høj grad kan opfattes som en individuel aktivitet.

Almir:	At øh... altså der har du nogen at arbejde sammen med, [Maja: ja] altså i skolen. Måske derhjemme eller i fritiden måske i klubben der kan du godt nok spille sammen med nogen ikke, men der hjemme så er det jo noget andet. Så spiller du alene eller sådan noget.
Maja:	Så behøver man måske ikke alle de koordinater måske nogen gange hvis man skal sige der vil jeg gerne bygge. Men.
Almir:	Derhjemme har du ikke, altså der kan du ikke dele det med nogen, altså brødrene jo men ikke alene der kan du ikke dele det med nogen.
Maja:	Så kan man dele det måske med sine søskende eller sådan noget hvis de også spiller det...
Almir:	Eller med sig selv.
Maja:	Ja, men man ville, fx koordinaterne dem ville man mest bruge sådan i skolen eller i klubben hvor man spiller sammen med nogen.

(Bilag 3, s. 22)

Maja beskriver, at koordinatsystemet er noget, man mest vil bruge i skolen eller på klubben ", hvor man spiller sammen med nogen.". Almir forklarer, at det karakteristiske ved at spille *Minecraft* i skolen netop er, at man har nogen at arbejde sammen med. Han ræsonnerer sig frem til, at man i fritiden eller klubben godt kan "spille sammen med nogen", men derhjemme så "spiller du alene". Videre forklarer han, at derhjemme "der kan du ikke dele det med nogen" og igen dukker en stemme op hos ham, der pointerer at "altså brødrene jo" men vender tilbage til at, man ikke kan dele det med nogen. Hans udtalelser indikerer, at han oplever *Minecraft* som noget, man hovedsageligt spiller alene i fritiden selvom han sagtens kan forestille sig, at man spiller det sammen. Der er hermed en bred diversitet i forhold til, hvorvidt eleverne oplever, at det at spille *Minecraft* uden for undervisningen som noget man gør sammen eller individuelt.

3.5.2 *Minecraft* i matematik

Igenem Mads og Adams interview ses en markant ændring af opfattelsen af mulige positioner. Nedenstående uddrag er fra den sidste del af interviewet, hvor de bliver opfordret til at komme med deres egne tanker omkring forløbet. Mads afbryder interviewerens med at "vi" er blevet bedre til at samarbejde af *Minecraft*forløbet:

Adam:	Fordi dem der aldrig plejede at lege sammen, nu leger de sammen ude i
-------	---

	skolegården.
Interviewer:	Er det rigtigt?
Adam:	Fordi man spiller Minecraft sammen. [Mads: Man bliver også venner] Man bliver meget hurtigt venner [Mads: Mere venner] når man spiller med hinanden.
Interviewer:	Okay.
Adam:	Fordi hvis man tror at han kan sikkert ikke finde ud af det fordi man altid ser ham i matematik har han det svært så tror man åh nu bliver det en dårlig makker. Men i virkeligheden er han sindssygt god til Minecraft men han er bare ikke særlig godt til matematik. Så man bliver meget overrasket.
Mads:	Nogen gange også er vi ikke god til alle ting men vi er god til nogen af tingene. Måske er vi dårlige til matematik men måske kan det være at vi er god til dansk. Det er ikke altid vi er gode til alt. Man kan ikke være god til alt.
Interviewer:	Nej, det kan man ikke. Men I har simpelthen opdaget at der er nogen der leger mere sammen i frikvartererne nu, efter [Begge: ja] [Adam: snakker sammen] og snakker sammen? [Mads: om Minecraft og]
Adam:	Og nu der vi snakker sammen, fordi ligesom i dansk der må man gerne lige gå over og spørge hvis der er nogen der kan finde ud af at bygge et eller andet som man ikke har lært endnu. Så nu kan jeg se at andre de går i hvert fald meget rundt og spørger "Ved du hvordan man bygger den her? Hvor man skal hen for at hente og alt muligt?" og "Kender du er godt sted hvor man kan bygge henne?"
Mads:	Så kan man hjælpe hvis man ved noget.
Interviewer:	Ja. Og sådan var det ikke før eller hvad?
Mads:	Nej,
Adam:	<u>Nej</u> der plejede. Kun da de var rigtig gode venner så kunne man lige gå over og spørge.
Mads:	Ellers så gør de bare sådan der "Du må ikke kigge på min".
Interviewer:	Ah. Så faktisk så kan man sige at det er mere okay at kigge efter hinanden nu?
Mads:	Ja
Adam:	Ja, nu er folk bare ligeglade. De er faktisk glade for at de kan hjælpe nu.
Interviewer:	Og nu er de bare glade for at de kan hjælpe? og hvordan kan det være?
Adam:	Fordi måske at de har lært noget om at samarbejde. Jo mere, jo mere de hjælper jo mere kan vi opnå i en time og jo mere kan vi lære fordi så, læreren behøver ikke altid at gå rundt. Fordi der er altid nogen der rækker fingeren op nu spørger vi bare hinanden.
Mads:	Så har læreren ikke tid til...
Adam:	Så har læreren meget mere tid [Mads: Ja mere tid]

(Bilag 1, s. 20)

Man bliver meget hurtigt venner med hinanden når man spiller *Minecraft* sammen ifølge Adam og mere venner af det ifølge Mads. Adam oplever, at der er nye relationer i klassen, der tages med ud i frikvarteret og kommer af, at de har spillet *Minecraft* sammen. Hvilket understøtter Mads' fortælling om, at de er blevet bedre til at samarbejde. Adam oplever, at de andre elever snakker mere sammen i de dansktimer de har efter forløbet. Samtidig er det blevet mere acceptabelt at spørge hinanden til råds ikke kun nære venner men bredt i klassen. Adam nævner tre eksempler på, hvordan eleverne hjælper hinanden i danskundervisning med *Minecraft*. Eksemplerne er: "Ved du hvordan man bygger den her?", "Hvor man skal hen for at hente og alt muligt?" og "Kender du er godt sted hvor man kan bygge henne?" Ser man de tre eksempler gennem domænemodellen, er det væsentligt, at de er knyttet til det scenariebaserede

domæne via praksisser, der knytter sig til *Minecraft* og spildomænet og ikke dansk eller matematik som fagdomæner. De nye samarbejdsrelationer opstår altså omkring den specialiserede *Minecraft*viden, som det er blevet legitimt at samarbejde omkring. Eleverne beskriver, at klassestemningen er gået fra, at eleverne var opmærksomme på om de andre elever kiggede efter, til at eleverne nu er glade for at kunne hjælpe hinanden.

Adams fortælling om matematikmakker viser, at specialiseret *Minecraft*viden er blevet en værdifuld viden i matematikundervisningen. Hvis man ser elever, der har det svært i matematik, så "*tror man åh nu bliver det en dårlig makker*", men hvis eleven er god til *Minecraft*, så kan det faktisk være en god makker alligevel. I forhold til positioneringsteorien (Hetmar, 2016) har Adam før tildelt positionen den dårlige matematikmakker til de elever, der havde det svært i matematik. Nu er han dog blevet opmærksom på, at det at have specialiseret *Minecraft*viden har været værdifuldt i forløbet, og således skal en elev, der har det svært i matematik ikke nødvendigvis positioneres som en dårlig matematikmakker, for hvis eleven er god til *Minecraft*, kan han stadig vise sig at være en god matematikmakker.

En af de mulige elevpositioner i klasserummet, der omtales her, handler om, hvordan eleverne taler med hinanden i undervisningen, og hvorvidt det opfattes som at de hjælper hinanden eller kigger efter hinanden. Hvor det før kun var muligt at indtage en hjælpende position over for sine meget nære venner er denne position udvidet til at gælde langt flere elever. Når Mads forklarer, at folk er gået fra "*Du må ikke kigge på min*" til "*Ja, nu er folk bare ligeglade. De er faktisk glade for at de kan hjælpe nu.*" er det en ændring af de positioneringsmuligheder, der er mulige i klasserummet. Hvor den dominerende position før var beskyttende og afvisende, er Mads' oplevelse, at de nu er kommet så langt væk fra denne position, at det opleves som positivt, at man kan hjælpe hinanden nu.

Når denne beskrivelse af de nye positioner i klassen sker gennem Mads og Adam, er det værd at bemærke, at de selv oplever, at de har kunne positionere sig anderledes, end de normalt har mulighed for. Et element i deres oplevelse af mulige positioner matematikundervisningen, som det normalt foregår, kommer til udtryk gennem deres fortællinger omkring de andre elevers frustrationer. Ifølge Mads og Adam bliver de andre elever forvirrede, sure og kede af det, når de selv ikke kan finde ud af opgaverne, men ser at Mads og Adam godt kan (Bilag 1, s. 2). Her fortæller de, hvordan de oplever andres reaktion på at de regner højt og bliver hurtigt færdige:

Mads	Og så bliver de altid sure og siger, I skal ikke altid sige vi er færdige vi er færdige. I skal.
Interviewer	Ja,
Adam	Men vi forstår godt hvorfor de siger det.
Interviewer	Okay,
Mads	For det er kun, det mest gange det er kun os der bliver først færdige [Interviewer: Ja] det kan aldrig, de kan ikke se ud til at blive færdige hurtigere end os.

(Bilag 1, s. 5-6)

Mads oplever altså, at de andre elever bliver sure på ham og Adam, hvis de gør for meget opmærksom på, at de er færdige. Forklaringen er, at de andre elever ikke kan se sig selv som dem, der bliver først færdige. Det forstår de godt, at de bliver sure over. I forhold til positioneringsteorien (Hetmar, 2016) ses diskurstråden i uddraget, at matematikundervisningen i høj grad handler om at blive først færdig med en opgave i lighed med de forpligtelser eleverne omtalte tidligere (Jf. afsnit 3.1.4). Diskurstråden tydeliggør en række mulige elevpositioner. Positionen som den sure, kede af det og forurettede elev, der ikke ser

muligheden for at kunne blive først færdig og i frustration over dette retter sin vrede mod dem, der altid bliver først færdige. Den komplementære position er i dette tilfælde den, Mads og Adam indtager, den elevposition, der bliver færdig først og bliver til genstand for de andre elevers vrede. Disse positioner er væsentlige i lyset af Mads og Adams oplevelse af matematikundervisningen med *Minecraft*, hvilket tydeliggøres gennem følgende uddrag:

Interviewer:	<i>Ja, Så hvordan er det normalt at have matematik i skolen. Hvad går det ligesom ud på?</i>
Adam:	<i>Øh,</i>
Mads:	<i>Papir og blyant og så skal vi skrive.</i>
Adam:	<i>Eller en eller anden opgave der er blevet lagt oppe i tavlen. [Interviewer: ja] eller vi skal løse det hele sammen eller vi skal lave sådan nogle små grupper. Men når vi skal lave sådan nogle små grupper og mig og ham vi er sammen og så er der andre. Så er vi [Mads: Så bliver alle sammen sure] nogen gange. Fordi vi går hurtigt og de skal lige følge med langsommere men i det her der gik det bare helt fantastisk.</i>
Interviewer:	<i>Ja, hvordan kan det være at det gik helt fantastisk i det her?</i>
Adam:	<i>Fordi, det, som vi, vi plejer ikke at spille Minecraft men de, de andre som kunne, der skulle lige have lidt tid til at forstå matematik. De har spillet Minecraft så de kan reagere hurtigere til det de ved alt det man skal, alt det man kan bygge, portaler det skulle vi så lærer af dem. (.)</i>
Interviewer:	<i>Det skulle I lærer af dem?</i>
Adam:	<i>Ja. Så, så kunne vi se hvordan det er, at når vi regner hurtigt så har de skal lige følge med.</i>
Interviewer:	<i>Jajaja,</i>
Mads:	<i>Men med det der, det er Minecraft så var vi alle sammen lige, [Adam: ja] Ingen var bedre eller mindre.</i>
Interviewer:	<i>Okay, altså til at spille Minecraft eller til det hele?</i>
Mads:	<i>Til det hele,</i>

(Bilag 1, s. 5)

Normalt bliver de andre elever sure på Adam og Mads, når de bliver hurtigt færdige, hvilket har været helt anderledes i interventionen. Her ”... *gik det bare helt fantastisk*”. Begrundelsen er, at de ikke har så mange erfaringer med at spille *Minecraft*, og derfor skulle lære en række koncepter i spillet af de andre. Mens de andre elever, der godt kan spille *Minecraft*, har brug for noget tid til at forstå matematikken. Mads og Adam får her en mulighed for at opleve, hvordan det er, ikke at være dem, der kan tingene hurtig, og ser sig selv udefra: ”*så kunne vi se hvordan det er, at når vi regner hurtigt*”. Mads beskriver det som, at med *Minecraft* var alle lige: ”*Ingen var bedre eller mindre*.”

Set gennem positioneringsteorien (Hetmar, 2016) giver interventionen Mads og Adam mulighed for, at positionere sig anderledes end normalt. Her som elever, der skal lære noget om *Minecraft* af de andre elever og ikke som dem der bliver først færdige og genstand for de andres vrede. Denne fralæggelse af positionen som ”den hurtigt færdige” oplever de som befriende ”... *men i det her der gik det bare helt fantastisk*”. Undervisningsforløbet med *Minecraft* gør således erfaringer fra hverdagsdomænet og med at spille *Minecraft* til værdifulde egenskaber i undervisningen. De elever, der er gode til matematik, er ikke nødvendigvis de elever, der er gode til *Minecraft*, og dermed kommer der en række yderlige videnspraksisser i spil i undervisningen. Mads og Adam er hermed i stand til at deltage og positionere sig i matematikundervisningen på mere lige vilkår, end de er vant til. Som Mads fortæller: ”... *så var vi alle*

sammen lige". Mads og Adam føler det som en befrielse at de kan deltage på mere lige fod med de andre elever. Det føles altså ikke som et tab at de ikke længere er de bedste, men derimod som en berigelse.

3.6 Delkonklusion tre – Positionsskift

Eleverne oplever brugen af *Minecraft* i matematikundervisningen som en aktivitet, der faciliterer nye samarbejdsrelationer og mulige elevpositioner. Dette står i nogen grad i kontrast til elevernes erfaringer med *Minecraft* fra hverdagsdomænet, hvor der er en spredning i forhold til, om det beskrives som en individuel eller social aktivitet. Modsætningen er tydeligere i forhold til normal matematikundervisning (Jf. afsnit 3.1.5), der opleves som individuelt eller i samarbejde med læreren. Interventionen skaber hermed et forandret klasserum for eleverne og åbner for nye positioner og dertilhørende handlemuligheder.

Det primære positionsskift er i tæt relation til elevernes oplevelse af, at specialiseret *Minecraft* viden er værdifuldt i undervisningen. Når undervisningen tillader en ny form for specialiseret viden i klasseværelset, tillader det også en ny form for deltagelse, både for dem, der har denne viden, og for dem, der ikke har den. At kunne blive positioneret som en god matematikmakker i et undervisningsforløb med *Minecraft* er således afhængig af mere end elevens matematiske fagdomæneviden i og med den specialiserede *Minecraft* viden knyttet til scenarie- og hverdagsdomænet bliver opfattet som en ressource. Derved opstår der nye mulige måder, hvorpå en elev kan blive tildelt positionen som en god matematikmakker. Mads og Adam oplever gennem nye positioner i undervisningsforløbet med *Minecraft*, at De ikke længere blev først færdige, men havde brug for hjælp fra de andre elever. Når de træder ud af positionen som de gode og hurtige elever, som de andre bliver sure på, føler de sig mere lige med resten af klassen og oplever det som en befrielse.

Nogle elever oplever altså, at undervisningsforløbet med *Minecraft* har givet mulighed for, at eleverne selv har kunnet indtage nye positioner og samtidig mulighed for, at de har kunne tildele andre elever nye positioner på baggrund af den viden de kan bidrage med.

3.7 Identitet som matematikelev når *Minecraft* anvendes i matematik

Dette afsnit går på tværs af analysen i en undersøgelse af elevernes matematiske identiteter gennem analysens tidligere præsenterede resultater og teorien om matematiske identiteter (Cobb m.fl., 2009). Den tematiske analyse viser, at eleverne oplever interventionen og deres oplevelse med *Minecraft* i matematikundervisningen overvejende positivt. Eleverne kan se sig selv som en del af undervisningsscenariet og virker til at identificere sig med det i den forstand, at de identificerer, de udvikler gennem deltagelse i det, flugter med de identiteter, de udvikler i deres hverdagsliv (Boaler, 2002). Elevernes oplevelser af meningsfulde koblinger mellem fagdomænet og hverdagsdomænet (Jf. afsnit 3.3) er især interessant. De indikerer, at eleverne bevæger sig mod at se deltagelse matematik som en værdifuld aktivitet, der er værd at engagere sig i (Cobb, 2007).

Gennem elevernes beskrivelser af koblinger mellem domæner og begreber fremstår deres handlemuligheder i interventionen mere begrebslige end i normal matematik, idet de fx vælger metoder i specifikke situationer. Flere elever har oplevet mere distribueret autoritet end den normale undervisningssituation, hvor læreren primært har autoriteten. Disse skift i den normative identitet som matematikelev i klassen tolker jeg som udtryk for, at de forpligtelser, som eleverne oplever, de skal leve op til for at være en god elev i klassen, er anderledes i interventionen end normalt. Samtidig konstitueres en række skift i de personlige identiteter, som eleverne udvikler, hvilket viser, hvorledes eleverne identificerer sig med, blot følger eller modarbejder matematikundervisningen. Gennem resultaterne fra analysen ser jeg tre forskellige identiteter som matematikelever, der hver angiver forskellige måder at deltage i undervisningen og forholde sig til matematik på. Disse præsenteres her for at illustrere de mest markante måder at identificere sig på i forhold til normal undervisning og interventionen, som jeg tolker det.

Den første identitet er: *"Den der 'gør' matematik i verden"*. Den er afledt af elevernes beskrivelser og oplevelser af, at de kan bruge matematik uden for matematiktimen og handler om, at matematik kan bruges i verden. Identiteten opstår gennem oplevelsen af, at arbejdet med matematiske handlemåder og begreber er relevante videnspraksisser ud over fagdomænet, som det udspiller sig i matematiktimen og har relevans for at opnå erfaringer - også uden for matematiktimen. Når eleverne tager metoder fra interventionen og beskriver, hvordan de kan anvendes i situationer fra hverdagen, er det i forhold til teorien om matematiske identiteter en måde, hvorpå de handler begrebsligt, da de netop vurderer om metoden er brugbar i en situation og tilvælger den. Matematik kan altså bruges til noget ud over matematiktimen. Identiteten ligner det Cobb m. fl. (2009) beskriver som *"en der 'gør' matematik"*, men tilføjer *"i verden"*. Dette refererer til de forbindelser, eleverne skaber mellem fagdomænet matematik og deres hverdagsdomæne i bred forstand. Identiteten rummer en form for handlemulighed, der lægger sig tæt op af kompetencebegrebet der indeholder en *"...indsigtsfuld parathed til at handle hensigtsmæssigt i situationer, som rummer en bestemt slags matematiske udfordringer"* (Niss & Jensen, 2002, s. 43). Et eksempel på denne identifikation er, når eleverne ser et potentiale i at bruge koordinatsystemet i fx spil, hvor der opstår en matematisk handlemulighed i mere end bare matematikundervisningen. Et andet eksempel kommer gennem eleverne, der beskriver den udforskende tilgang, som en ny og gyldig måde at handle på, når de oplever problemer med deres computere.

Den anden identitet er: *"Den matematikfaglige Minecraftspiller"*. Denne er afledt af elevernes oplevelser og beskrivelse af, at de kan bruge viden om koordinatsystemet, når de spiller *Minecraft* til fx at finde steder og huske placeringer. Den kan forstås som en specialisering af den første identitet, men med den væsentlige forskel, at eleverne oplever noget, de i *forvejen* kan - nemlig at spille *Minecraft* - nu også kan opfattes som en gyldig matematisk praksis. Dermed handler den i højere grad om *opdagelsen* af matematik

i verden end den første identitet. Interventionen giver eleverne adgang til at deltage i aktiviteter uden for matematikundervisningen på en forandret måde, da koordinatsystemet som begreb fra matematikundervisningen tillader, at eleverne opnår bestemte betydninger i hverdagsdomænepraksissen at spille *Minecraft*. Undervisningen skaber dermed værdi for eleverne ved at muliggøre meningsfuld deltagelse i signifikante praksisser uden for matematikundervisningen (Bruner 1986 i Cobb, 2007, s. 8). Et eksempel på denne identitet kan ses gennem Hasans beskrivelse af brugen af koordinatsystemet i *Minecraft*, hvor han beskriver arbejdet med koordinatsystemet som værdifuldt i hverdagsdomænepraksissen at spille *Minecraft*, selvom arbejdet med koordinatsystem oprindeligt tilhører fagdomænets praksis. Her kan det diskuteres, hvorvidt det at spille *Minecraft* er en praksis, som matematikundervisningen bør klæde eleverne på til at kunne indgå i. Pointen er, at praksissen netop er signifikant for eleven, og det er *dette* faktum, det uddannelsesmæssige potentiale drejer sig om - ikke hvorvidt praksissen er signifikant for målet med matematikundervisningen som sådan, men at eleven identificerer sig med matematik gennem denne kobling.

De to overstående identiteter fremstår som nye måder, hvorpå eleverne kan identificere sig med matematik, der er opstået gennem interventionen. Den tredje måde at identificere sig på optræder primært i den normale undervisning, men bliver tydelig gennem elevernes oplevelser med interventionen. Denne tredje identitet er: "*Den som følger matematikfagets disciplinære normer*". Den handler om elevernes opfattelse af matematikfaget som en disciplin, der ikke har relationer til virkeligheden med en tydelig dikotomi mellem skole og fritid. Identiteten omhandler at følge reglerne for deltagelse i matematik og bliver tydelig gennem de elever, der ikke oplever koblinger mellem fagdomænet og *Minecraft*, fordi de ikke genkender aktiviteterne i interventionen som gyldige matematiske praksisser. Deres forståelse for matematik og identitet i forhold til matematik flyttes ikke gennem interventionen. Derfor efterlever de normerne, de er vant til fra deres normale matematik. Melanies afvisning af koordinatsystemet som en matematisk praksis er et eksempel på dette. Et eksempel, hvor denne identitet udfordres, ses i Henriks oplevelse af, at koordinatsystemet er relevant i virkeligheden og kan bruges ud over matematikundervisningen. Gennem Kazak m. fl. (2015) kan dette skift forklares ved, at de stemmer, der gennem tekster og udsagn præger den normale undervisning, forbliver autoritative for Henrik. Der ligger implicit i hans forklaringer, at matematik er relevant i verden. Men han er ikke gået i dialog med dette udsagn eller augmentet sit perspektiv på matematikfaget før dette forløb. Gennem det pragmatiske videnssyn kan det forklares ved, at den normale disciplinære undervisning lægger op til, at eleverne bliver fortalt og forklaret om koncepter og ikke nødvendigvis oplever at handle med koncepterne selv. Dermed virker ideen om, at matematik kan bruges uden for matematiktimerne til at være en teoretisk konstruktion, noget eleverne har fået fortalt, men ikke oplevet som praktisk viden og dermed en form for *ikke viden*, eller tom spekulation (Misfeldt, 2014). Her hænger koblingerne mellem elevernes forståelser af fagdomænet og hverdagsdomænet sammen med den måde, de har kunnet handle på i undervisningsforløbet. Med udgangspunkt i teorien om matematiske identiteter ses konturerne af en elevtype, der blot samarbejder med læreren omkring matematikundervisningen og mere eller mindre slavisk *følger matematikfagets disciplinære normer*. En måde at identificere sig med matematik på, som forløbet giver mulighed for at afvise, hvilket ses i eksemplet med Henrik.

De nye måder at identificere sig med matematikundervisningen på bliver bl.a. tilgængelige gennem nye samarbejdsrelationer og elevpositioner i interventionen, der muliggøres gennem værdsættelsen af viden om *Minecraft* (Jf. afsnit 3.5.2). I den normale undervisning, hvor autoriteten primært tilfalder læreren, har de beskyttende elever ikke nogen interesse i at vise deres resultater til andre, da disse ikke har autoritet til at vurdere, om resultatet er legitimt. Ræsonnementet er, at hvis andre elever interesserer sig for ens opgaver, så må det være fordi de vil snyde. De nye samarbejdende elevpositioner opstår i interventionen,

da lærerens og elevernes har forskellig viden om det undervisningsscenarie, der udspiller sig, hvilket her trækker i en retning af mere distribueret autoritet. I forhold til domænemodellen er læreren i undervisningen med *Minecraft* stadig fagdomæneeksperten, men i koblingen mellem videnspraksisser fra det faglige domæne og hverdagsdomænet opstår der i undervisningsscenariet et behov for at samarbejde om flere fagligheder.

4 Diskussion:

Diskussionsafsnittet er opdelt i tre underafsnit, der diskuterer specialets metode, resultater og de designprincipper, der kan udledes gennem interventionen.

4.1 Diskussion af metode

I forlængelse af specialets videnssyn (Jf. afsnit 2.1) er den viden, der produceres her, konstrueret gennem min relation til feltet. Når undersøgelsen fokuserer på identitet og tilhørsforhold og ikke fx faglige målbare resultater, er det en konsekvens af min tolkning af computerspils potentiale i undervisningen, hvilket har formet både problemfelt og undersøgelse. Jeg har forsøgt at gøre min eksisterende viden og erfaring med de forskellige områder eksplicit, ved at introducere specialets domænespecifikke teori tidligt i analysen. En mere induktiv, datadreven tilgang (Braun & Clarke, 2006) ville formodentlig afdække andre perspektiver, end der præsenteres her. En kritik af metoden i den forbindelse er, at vidensproduktionen har været for drevet af mine forudfattede meninger om feltet. Herudover har undersøgelsen især givet anledning til kritik af interview som metode og designeksperiment som undersøgelsesredskab. I følgende afsnit diskuteres disse.

4.1.1 Interview som metode til dataindsamling

Der er en lang tradition for at foretage interview med børn inden for uddannelsesforskning, som understreger, at interviewsituationen kan være påvirket af et asymmetrisk magtforhold mellem interviewer og barn (Gulløv & Højlund, 2003). Børn lader sig let lede af spørgsmål stillet af voksne, og man kan dermed få misvisende information (Kvale & Brinkmann, 2009). Cobb m.fl. (2009) er opmærksomme på dette i deres designeksperimenter, idet forskeren, der interviewer, ikke præsenteres som en del af designeksperimentet, men som en udefrakommende. Jeg fungerede både som interviewer og var med til at udføre designeksperimentet i klassen, og det er her oplagt at spørge, hvordan min dobbeltrolle har påvirket elevernes udtalelser. Kvale og Brinkmann (2009, s. 166) pointerer, at det er vigtigt, at intervieweren undgår at blive opfattet som en lærer, da dette kan give anledning til, at eleverne forventer, at det søges efter rigtige svar. I interviewet med Mads og Adam bliver en historie Mads fortæller om at bygge, tilsidesat af Adam, der siger, at det ikke er vigtigt med begrundelsen: *"Fordi det vigtige var, at I skulle se hvis der var Minecraft, øh i matematik"* (Bilag 1, s. 5). Mads' historie virker altså ikke valid for Adam i og med, at den ikke handler om det, han opfatter som interviewerens formål med interviewet. I den forbindelse er det værd at spørge, hvordan min tilstedeværelse både i undervisningen som deltagende observatør og interviewer påvirker validiteten af interviewene. En yderligere kritik af interview som valid dataindsamlingsmetode er, at interviewet i sig selv kan siges at konstituere en læringsituation for eleverne. Derfor bliver det vanskeligt at adskille undervisningsforløb og interview, hvorfor det i længerevarende interventioner anbefales at behandle interview foretaget undervejs som en del af elevernes læreproces (Cobb m.fl., 2010).

Når den viden, der er konstrueret gennem specialet, tager udgangspunkt i elevinterview som eneste primære datakilde, har det betydning for validiteten. En højere grad af validitet ville have kunnet opnås hvis flere forskellige data havde indgået som primære kilder i analysen (Creswell, 2014, s. 259) fx videoobservationer, elevernes Padletopgaver og det afsluttende lærerinterview. Ved at inddrage flere kilder, kunne analysen formodentlig have givet et mere nuanceret billede af situationen. I dette speciale blev de øvrige datakilder fravalgt, da datamængden ville blive for stor og uhåndterlig i forhold til specialets omfang. Derudover har jeg valgt at fokusere på interviewdata, da jeg mener, at det er den mest velegnede datakilde til at forstå elevernes oplevelse af undervisningen. En alternativ tilgang kunne have været at bruge færre interviews, men triangulere interviewdata med videoobservationer af de specifikke elever. Det ville dog være en udfordring at få god lyd kvalitet i et klasseværelse med mange elever, der samarbejder

sammen i og rundt om *Minecraft*. Det ville f.eks. kræve, at man placerede mikrofoner på elever, eller satte udvalgte elevgrupper af sides. En overvejelse her ville så være, i hvor høj grad dette ville påvirke situationen.

4.1.2 Designeksperimenter som metodologisk tilgang

I de designeksperimenter Cobb m. fl. (2009) arbejder med, foregår der længerevarende forløb af op mod et års varighed omhandlende specifikke faglige områder, og der analyseres på en lang række forskellige data. Den forskningsinformerende undervisningen revideres jævnligt gennem iterationer af analyse, revision og planlægning af undervisningen (Skott, 2008, s. 56). Specialet omhandler et eksperiment af en uges varighed, og selvom der inden for den uge var revidering af undervisningen, er det relevant at diskutere, hvilke muligheder et så kort eksperiment egentlig giver for at forstå den kontekst, som designeksperimentet gennemføres i. En overvejelse bør her være, i hvilken grad en intervention af en uges varighed giver alle elever mulighed for at ændre deres identiteter i forhold til faget.

I interventionen har jeg både fungeret som forsker, undervisningsdesigner og som underviser i processen, fx ved at hjælpe med tekniske vanskeligheder, hvilket kan have medført forvirring omkring min rolle. En mulighed jeg kunne have valgt var, kun at være observatør og fokusere på, at dokumentere de opståede problemer i stedet for at hjælpe med at løse dem. Dette ville have givet resultater, der i højere grad kunne dokumentere, hvordan lærerens erfaring ville påvirke forløbet. Den valgte tilgang dokumenterer dermed primært det potentiale, der eksisterer i forbindelse med den gennemførte undervisning.

Formålet med designeksperimenter er på lang sigt at udvikle en teori for undervisning i et specifikt fagligt område som fx analyse af data (Skott, 2008, s. 56). Interventionen i specialet tager udgangspunkt i krydsfeltet mellem *Minecraft* som læringsredskab og de matematiske handlemuligheder, spillet tilbyder. Hermed undersøger specialet ikke et specifikt fagligt område, men mere hvordan matematisk faglighed kan realiseres gennem undervisning med en bestemt teknologi. Skulle designeksperimentet udvikles og videreføres, ville det være interessant at fokusere mere på, hvordan *Minecraft* kunne bruges til at udvikle matematikfaglig viden og kompetencer i relation til koordinatsystemet. I den forbindelse vil en kritik af specialets metodiske tilgang til designeksperimenter være, om det matematikfaglige mål omkring koordinatsystemet og den dertilhørende opstillede læringsvej har været tydelig nok for lærer og elever. Samtidig kan man stille spørgsmålstegn ved, hvad de specifikt har lært af ny matematisk viden, færdigheder og kompetencer i forhold til koordinatsystemet, dvs. hvori består den konceptuelle udvidelse ud over oplevede sammenhænge med elevernes livsverden?

4.2 Diskussion af resultater

Følgende afsnit diskuterer resultaterne fra analysen i forhold til feltet som specialet skriver sig ind i: videnssyn og teori samt elevernes matematiske identiteter.

4.2.1 Feltet

Resultaterne i specialet står i modsætning til den teknologisk orienterede måde at koble *Minecraft* og matematikundervisning, beskrevet i introduktionen, hvor det bliver fremhævet som problematisk, at eleverne bruger deres viden om *Minecraft* (Al-Washmi m.fl., 2014). Analysen viser, at når elevernes eksisterende viden om *Minecraft* bliver opfattet som en ressource i undervisningen, kan det fungere som en distribueret af viden og i forlængelse heraf; autoritet, hvilket medfører positive forskydninger i elevernes oplevede positioner. Analysen viser desuden, at en signifikant opdagelse for eleverne er, at fagdomænet og *Minecraft* som spil fra hverdagsdomænet faktisk har forbindelser, og at praksisser fra de to domæner ikke behøver at modarbejde hinanden. Her lægger specialets resultater sig i forlængelse af eksisterende konklusioner omkring koblinger mellem fag og hverdag, når computerspil bruges i matematikundervisningen (Ke, 2014; Logan & Woodland, 2015).

Det er værd at notere sig, at de to dygtige elever oplever interventionens mulige positioner befriende, da de ifølge PISA 2012 undersøgelsen kan tolkes som den mest udsatte elevgruppe i forhold til at miste interesse og ihærdighed for matematik på mellemtrinnet (Egelund, 2013). Specialet belyser denne sammenhæng ved at pege på, at hvis den normative identitet som en kompetent matematikerelev i klassen omhandler at producere hurtige svar, kan det bidrage til, at de dygtige elever oplever en negativ relation til de andre elever. Eleverne ønsker ikke at være i den position, og man kan forestille sig, at det er en position, de på sigt ikke vil identificere sig med. Resultaterne bidrager her med en mulig forklaring på det interessedrab, der generelt ses på mellemtrinnet. Det, at de dygtige kan deltage i undervisningen med *Minecraft* på en ændret måde, fremstår gennem analysen som et perspektivskift i deres forståelse af, hvordan undervisningen udspiller sig. Interventionen har bidraget med en mulighed for at deltage på andre præmisser end normalt, men om denne ændring har en længerevarende effekt på elevernes deltagelse i matematikundervisningen virker oplagt at undersøge videre.

4.2.2 Teori og videnssyn

De primære augmentationer og perspektivskift der ses i analysen omhandler elevernes koblinger mellem koordinatsystemet og hverdagsdomænet. At dette er tilfældet kan hænge sammen med, at domænemodellen tillader et fokus på koblinger og uoverensstemmelser mellem domæner, hvilket har påvirket analysen. Ligeledes tillader det dialogiske videnssyn netop, at der fokuseres på den mening, der opstår gennem dialogiske sammenhænge og relationer mellem stemmer (Kazak m.fl., 2015). Dermed er det oplagt, at det er perspektivskift og relationer mellem domæner og stemmer, der bliver tydelige i analysen og i mindre grad, hvad der er indeholdt i de enkelte perspektiver.

I modsætning til elevernes oplevede handlemåder og autoritet har det været vanskeligere at identificere de specifikke matematiske forpligtelser i forhold til matematisk argumentation og ræsonnement. I analysen af, hvordan eleverne normalt oplever undervisningen, beskrives det som at *kunne opgaverne* og *være hurtig*. Det har ikke været muligt at identificere, hvorvidt disse flyttede sig i forhold til interventionen. Ligeledes har det været svært at beskrive dem nærmere gennem elevinterviewene. Når der rapporteres fra andre designeksperimenter bliver de specifikke matematiske forpligtelser ofte beskrevet gennem analyse af

plenumsamtaler eller elevdialog (Cobb m.fl., 2009, 2010). En større vægt på videooptagelser af undervisningen ville formodentlig kunne kvalificere undersøgelsen i forhold til dette aspekt.

Gennem specialets videnssyn ses resultaterne som konstitueret af b.l.a. de handlinger, jeg har foretaget som intervenserende forsker. I den forstand er det interessant at undersøge, om resultaterne er unikke for interventionen og hvorledes forløbet ville have set ud, hvis fx læreren selv havde designet undervisning uden at gøre brug af den erfaring, jeg bidrog med om spil, undervisning og matematik. Elevernes beskriver den normale matematik som traditionelt orienteret, og det vil være relevant at spørge hvilke resultater, det ville give, hvis interventionen blev gennemført i en matematikundervisning, der normalt var præget af den undersøgende tilgang.

4.2.3 Matematiske identiteter

Undervisningsforløbet med *Minecraft* er et skridt i retning væk fra den traditionelt orienterede undervisning, der generelt bliver afvist af mange elever, fordi den kun tillader en snæver ritualistisk form for deltagelse. Hvilket medfører, at nogle elever afviser matematik som noget de kan identificere sig med, da deres oplevelse af matematikundervisningen kommer i konflikt med, at de gerne vil se sig selv som ansvarlige og tænkende personer (Boaler & Greeno, 2000). Når interventionen tillader nye begrebslige handlemuligheder og mere distribueret autoritet, bør eleverne altså i højere grad associere og identificere sig med denne end den normale undervisning. Dette ses i forhold til personlig identitet gennem de dygtige elevers nye oplevede positioner i undervisningen (Jf. afsnit 3.5.2). Desuden bliver beskrivelser af elevers begrebslige handlinger med koordinatsystemet og en undersøgende tilgang til teknologi uden for matematikundervisningen indikation for en anvendelsesorienteret form for personlig identifikation.

Elevidentiteten "*Den der 'gør' matematik i verden*" oplever, at de koncepter og arbejdsmåder, der introduceres i undervisningen, er brugbare i elevernes hverdagsdomæner og elevidentiteten "*Den matematikfaglig Minecraftspiller*" oplever dette specifikt i forhold til *Minecraft* som praksis i hverdagsdomænet. Når disse identifikationer knyttes til handlinger i verden uden for matematikundervisningen, er det dog usikkert, hvordan det påvirker den måde eleverne identificerer sig med matematik på, som det udspiller sig i undervisningen. Det er således uklart, om eleverne oplever det at være udforskende som disciplinært eller begrebsligt i undervisningen, men når de overfører metoden til deres hverdagsdomæne, er det i sig selv en begrebslig handling, de foretager sig. Der vil derudover være et argument for at den begrebslige handlemåde implicit er den del af at være udforskende.

Variationen i elevernes oplevede identiteter og fastholdelsen af elevidentiteten "*Den som følger matematikfagets disciplinære normer*" for nogle elever giver anledning til at overveje, hvilke konsekvenser det har for de identiteter, eleverne udvikler i forhold til matematik og matematisk aktivitet, hvis de ikke genkender de aktiviteter, de laver som matematik.

4.3 Diskussion af designprincipper.

I forhold til at kunne generalisere og udbrede den viden, der er produceret igennem specialet, beskriver dette afsnit de designprincipper, der gennem resultater og analyse er udviklet i interventionen. De ses som en måde at informere en ny forestillet læringsvej i et nyt undervisningsforløb, hvor *Minecraft* bruges i matematikundervisningen.

I specialet arbejdes med én intervention, hvilket forstås som én iteration, da der af tids- og kalendermæssige hensyn ikke var muligt at skabe rammer for mere i forhold til lærernes planlægning.

En hjørnesten i DBR er iterationer, hvor eksisterende designs valideres og redesignes (Barab & Squire, 2004). Denne proces forstås her som en udvikling af undervisningsdesign gennem teoretisk informerede designprincipper. Disse fungerer som udgangspunkt for næste iteration og design, men kan også forstås som den lokale teori, der udvikles gennem DBR tilgangen - en praksisnær teoretisk viden i form af handleanvisninger til, hvordan man kan arbejde med matematik, koordinatsystemet og *Minecraft* gennem en undersøgende undervisning, der anerkender gyldighedsprincipper fra både fagdomænet matematik og forståelser af spil fra hverdagsdomænet. Gennem designeksperimentet er der derfor konstrueret tre designprincipper, der angiver, at meningsfuld matematikundervisning med *Minecraft* forudsætter:

- *Synliggørelsen af matematisk viden og handlemuligheder*: I undervisningsdesignet er det muligt for eleverne at tilgå *Minecraft* i kraft af deres avatars koordinater. Dette giver dem mulighed for at opleve og interagere med den matematik, der styrer spilverdenen gennem en yderligere repræsentation af matematisk karakter. Dette virker til at have haft en betydelig indvirkning på flere elever. Dels har de oplevet, at der er matematik i computerspil, og dels at de har oplevet, at de kan bruge viden om den matematik til at opnå mål i spillet.
- *En direkte kobling til meningsfulde spilhandlinger*: Når eleverne kan bruge viden om koordinatsystemet til at opnå mål i spillet, skal disse mål være i overensstemmelse med de mål, der er meningsfulde at opnå i spillet. Dette designprincip hænger yderligere sammen med, om spillet, der bruges, lever op til de valideringskriterier eleverne har omkring spil og matematik. Altså hvorvidt de ser det som et rigtigt spil og noget, der tilhører hverdagsdomænet eller et matematikspil som tilhører fagdomænet.
- *En meningsfuld kobling mellem undervisningen og elevernes forståelse af matematik*: Det betyder, at de aktiviteter og den matematik, de arbejder med, skal konvergere med elevernes fagopfattelse.

Principperne er et udtryk for den lokale teori, der kan konstrueres gennem interventionen, men kan også forstås som et anslag til, hvordan der generelt kan arbejdes i med computerspil og matematikundervisning.

5 Konklusion

Her svares på specialets problemformulering:

Hvordan oplever eleverne, at deres matematiske faglighed og identitet som matematikelever forandres, når *Minecraft* bruges i matematikundervisningen?

Eleverne oplever, at den normale matematikundervisning er præget af disciplinære handlemuligheder, hvor læreren besidder autoriteten. Undervisningen foregår primært individuelt eller i samarbejde med læreren, og kvaliteten af matematiske argumenter er knyttet til, hvor hurtigt de produceres. Oplevelser med distribueret autoritet og begrebslige handlemuligheder beskrives i relation til de dygtige elever. En væsentlig del af elevernes oplevede forventninger handler om at sidde stille og lytte efter, hvor identifikationen med undervisningen sker gennem at "*følge matematikfagets disciplinære normer*".

I modsætning til dette oplever eleverne, at brugen af *Minecraft* i undervisningen åbner for nye samarbejdsrelationer og nye elevpositioner i klassen. De nye relationer opstår, fordi viden om *Minecraft* er værdifuldt i undervisningsforløbet, hvilket tillader både elever, der har denne viden, og de, der ikke har, at blive positioneret og positionere sig anderledes. De dygtige elever oplever de nye positioner befriende, da de føler sig mere lige med resten af eleverne, der ikke længere automatisk forventer, at de dygtige elever bliver først færdige og derfor bliver sure på dem.

Elevernes faglige viden om matematik og *Minecraft* forandres især gennem styrkede koblinger mellem koordinatsystemet som en del af fagdomænet matematik og *Minecraft* som en del af hverdagsdomænet, der har med spil at gøre. Arbejde med koordinatsystemet bliver oplevet som en relevant måde at tilgå *Minecraft* på, og flere elever beskriver muligheder for, at det kan bruges ud over undervisningen. Flere elevers forståelser af spil udvides som koncept, idet det kobles til matematik. Normalt oplever eleverne ikke, at fagdomænet er koblet til hverdagsdomænet, og de bliver overraskede over, at der eksisterer disse koblinger. En katalysator for koblingerne er, at *Minecraft* overholder elevernes gyldighedskriterier for, hvad et spil er. En gruppe elever laver ikke koblingerne mellem matematik og hverdagsdomæne, hvilket formodentlig hænger sammen med, at koordinatsystemet ikke lever op til deres kriterier for matematik og ikke kan kobles til fagdomænet. Således ser det ud til at den perspektivændrende kobling mellem koordinatsystem og *Minecraft* er afhængig af, om arbejdet med koordinatsystemet lever op til elevernes kriterier for, hvad matematik er, og om de genkender det som matematik samt om *Minecraft* lever op til deres kriterier for, hvad spil er.

Elevernes beskrivelser af undervisningen kan forstås som oplevede forandringer i deres identiteter som matematikelever på forskellige niveauer. På den ene side indeholder undervisningen med *Minecraft* mere distribueret autoritet og flere muligheder for begrebslige handlemuligheder end den normale undervisning. Dette konstituerer et argument for, at denne form for undervisning i højere grad inviterer til, at eleverne identificerer sig med undervisningen. En række elever oplever, at deres identiteter i forhold til matematik forandres gennem nye måder at deltage på og gennem nye perspektiver på matematik og spil. To nye måder at identificere sig med matematik på er: "*Den der 'gør' matematik i verden*," der oplever, at de matematiske praksisser, der før var forbeholdt fagdomænet og undervisningen, nu kan bruges i verden og "*Den matematikfaglige Minecraftspiller*", der oplever, at en i forvejen kendt verden, indeholder muligheder for matematisk praksis. Forandringer viser en positiv ændring i elevernes identifikation med matematik, som det konstitueres gennem interventionen.

Designprincipper, der kan guide en videre intervention, handler om at synliggøre matematisk viden og handlemuligheder i spil samt designe undervisningen, så eleverne har mulighed for at danne meningsfulde koblinger mellem undervisningsforløb, spilhandlinger og deres eksisterende forståelse for matematik.

6 Perspektivering

Nærværende speciale har gennem en intervention med *Minecraft* i matematikundervisningen undersøgt forandringer i elevers identiteter, perspektiver på verden samt positioner i undervisningen.

I forhold til den traditionelt orienterede undervisning, der praktiseres bredt i Danmark (Blomhøj, 2016; Illum Hansen & Bundsgaard, 2016), som er karakteriseret ved elevernes passive deltagelsesformer (Boaler, 2015), hvilket får skylden for elevernes faldende interesse i faget (European Commission, 2007), er det bemærkelsesværdigt, at interventionen initierer en genforhandling, af de matematiske normer i klassen. Dette kan ellers være en vanskelig og langsommelig affære (Skott m.fl., 2008), men her bliver undervisning med *Minecraft* en katalysator for ændret deltagelse for eleverne. I den forbindelse virker det hensigtsmæssigt at undersøge denne proces nærmere fx som grænseobjekt (Akkerman & Bakker, 2011), men ligeledes i forhold til hvordan lærerens faglige identitet muligt forandres. Studier inkorporerer sjældent både elev- og lærer-identitet i forhold til matematik (Hannula m.fl., 2016), så dette spor ville adressere et underbelyst forskningsområde. Sammenholdt med den relativt store forskel eleverne oplever mellem intervention og normal undervisning samt, at læreren tit bliver udråbt til den vigtigste enkeltfaktor i undervisningen, ville en sådan tilgang formentlig kunne informere videre designprincipper yderligere.

I denne undersøgelse svares der ikke på, hvorvidt ændringerne gennem interventionen udelukkende er momentane eller har længerevarende effekt. For at svare på dette vil det være nødvendigt med nærmere undersøgelse. Hvilket lægger op til longitudinale studier af, hvordan computerspil påvirker elevernes og lærerens faglige tilhørsforhold og identitet.

I den forbindelse kan man spørge, hvad næste skridt er i forhold til denne klasse. De har lært om og med koordinatsystemet i *Minecraft*, som er et relativt lille område af den matematiske faglighed, de forventes at kunne ved udgangen af skolen. Det specielle ved interventionen var ikke, at man brugte computerspil i matematikundervisningen, men at man ved et tryk på en knap kunne tilgå et computerspil, som eleverne kendte, på en ny måde - en matematisk måde. At man på den måde kan komme bag om et computerspil på en matematisk måde er ikke særligt udbredt og derfor måske kun et potentiale få spil. I skrivende stund er det ligeledes uvist om den funktion, bliver ved med at være i spillet i næste opdatering af *Minecraft: Education Edition*. Dermed er brugen af computerspil i undervisningen som det er vist i interventionen afhængig af, at der bliver produceret computerspil, som giver muligheder for, at spillets informationer kan tilgås på en måde, der er matematisk forståelig og relevant for elevernes.

7 Litteraturliste

Akkerman, S. F., & Bakker, A. (2011). Boundary crossing and boundary objects. *Review of educational research*, 81(2), 132–169.

Al-Washmi, R., Bana, J., Knight, I., Benson, E., Kerr, O. A. A., Blanchfield, P., ... Busch, I. C. (2014). Design of a math learning game using a Minecraft mod. I *European Conference on Games Based Learning* (Bd. 1, s. 10–17). Academic Conferences International Limited Reading, UK. Hentet fra https://books.google.com/books?hl=da&lr=&id=ledEBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA10&dq=Design+of+a+Math+Learning+Game+Using+a+Minecraft+Mod&ots=bE-gZV_j_-&sig=1kQ45PXH9cS4FvOPk2pv5-hdi5g

Arnseth, H. C. (2006). Learning to play or playing to learn-A critical account of the models of communication informing educational research on computer gameplay. *Game Studies*, 6(1). Hentet fra <http://gamestudies.org/0601/articles/arnseth>

Bakhtin, M. M. (2010). *The dialogic imagination: Four essays*. Hentet fra [https://books.google.com/books?hl=da&lr=&id=cblaBAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT8&dq=Bakhtin,+M.+\(1981\)+The+dialogic+imagination:+four+essays.+Austin:+University+of+Texas+Press.+\(University+of+Texas+Press+Slavic+series%3B+no.+1\)&ots=5HsU4BtwrB&sig=XY0EyyyLf6T5leOk4MseaNqhJvU](https://books.google.com/books?hl=da&lr=&id=cblaBAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT8&dq=Bakhtin,+M.+(1981)+The+dialogic+imagination:+four+essays.+Austin:+University+of+Texas+Press.+(University+of+Texas+Press+Slavic+series%3B+no.+1)&ots=5HsU4BtwrB&sig=XY0EyyyLf6T5leOk4MseaNqhJvU)

Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. *The journal of the learning sciences*, 13(1), 1–14.

Bishop, A. J. (1991). *Mathematical enculturation: A cultural perspective on mathematics education* (Bd. 6). Springer Science & Business Media. Hentet fra https://books.google.com/books?hl=da&lr=&id=tkkWleNt-lsC&oi=fnd&pg=PR11&dq=alan+bishop+MATHEMATICAL+ENCULTURATION+A+Cultural+Perspective+on+Mathematics+Education+KLUWER&ots=mV1HOQtCk9&sig=mX_QHTU568-BTI7rO4BOSo5UXPk

- Blomhøj, M. (2013). Hvad er undersøgende matematikundervisning - og virker den? I M. Wahl Andersen & P. Weng (Red.), *Håndbog om matematik i grundskolen: læring, undervisning og vejledning* (s. 172–188). [Kbh.]: Dansk Psykologisk Forlag.
- Blomhøj, M. (2016). *Fagdidaktik i matematik*. Frydenlund.
- Boaler, J. (2002). The development of disciplinary relationships: Knowledge, practice and identity in mathematics classrooms. *For the learning of mathematics*, 22(1), 42–47.
- Boaler, J. (2015). *What's math got to do with it?: how teachers and parents can transform mathematics learning and inspire success*. New York: Penguin Books.
- Boaler, J., & Greeno, J. G. (2000). Identity, agency, and knowing in mathematics worlds. *Multiple perspectives on mathematics teaching and learning*, 171–200.
- Bos, B., Wilder, L., Cook, M., & O'Donnell, R. (2014). Learning mathematics through Minecraft. *Teaching Children Mathematics*, 21(1), 56. <https://doi.org/10.5951/teacchilmath.21.1.0056>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), 77–101.
- Brinkmann, S. (2011). *John Dewey: en introduktion*. Kbh.: Nota.
- Brown, A. L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *The journal of the learning sciences*, 2(2), 141–178.
- Cobb, P. (2007). Putting philosophy to work. *Second handbook of research on mathematics teaching and learning: a project of the National Council of Teachers of Mathematics*, 1(1). Hentet fra https://books.google.com/books?hl=da&lr=&id=Cww16Egbp4oC&oi=fnd&pg=PA3&dq=putting+philosophy+to+work+coping+with+multiple+theoretical+perspectives&ots=_5fBIsQJZ2&sig=AawVlKB6zwEEc4hYluUjjXlvTdl
- Cobb, P., Gresalfi, M., & Hodge, L. L. (2009). An interpretive scheme for analyzing the identities that students develop in mathematics classrooms. *Journal for Research in Mathematics Education*, 40–68.

- Cobb, P., Stephan, M., McClain, K., & Gravemeijer, K. (2010). Participating in classroom mathematical practices. I *A journey in mathematics education research* (s. 117–163). Springer. Hentet fra http://link.springer.com/10.1007%2F978-90-481-9729-3_9
- Connolly, T. M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hainey, T., & Boyle, J. M. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education*, 59(2), 661–686.
- Creswell, J. W. (2009). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications. Hentet fra <http://psycnet.apa.org/psycinfo/2008-13604-000>
- Creswell, J. W. (2014). *Educational research: planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*. Harlow: Pearson Education.
- Duncan, S. C. (2011). Minecraft, beyond construction and survival. *Well Played: a journal on video games, value and meaning*, 1(1), 1–22.
- Dysthe, O. (2003). *Dialog, samspil og læring*. Århus: Klim.
- Egelund, N. (Red.). (2013). *PISA 2012: danske unge i en international sammenligning*. Kbh.: KORA.
- Egenfeldt-Nielsen, S. (2006). Overview of research on the educational use of video games. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 1(03), 184–214.
- European Commission. (2007). *Science education now: a renewed pedagogy for the future of Europe*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Floyd, L. (2016). Unleashing Math Thinking Power through Minecraft. Hentet fra http://www.hourofcuriosity.com/wp-content/uploads/2015/06/Unleashing-Math-Thinking-Power-through-Minecraft_Floyd.pdf
- Forsmann, A. A., & Neumann, I. (2015). Kort guide til informationssøgedelen i forbindelse med udarbejdelse af et mini-review. Professionshøjskolen Metropol. Hentet fra https://www.phbibliotek.dk/sites/default/files/guide_mini-review_samf-paed.pdf

- Gee, J. P. (2003). *What video games have to teach us about learning and literacy*. New York, NY [u.a.: Palgrave Macmillan.
- Goldkuhl, G. (2012). Pragmatism vs interpretivism in qualitative information systems research. *European Journal of Information Systems*, 21(2), 135–146.
- Gulløv, E., & Højlund, S. (2003). *Feltarbejde blandt børn: metodologi og etik i etnografisk børneforskning*. Gyldendal Uddannelse. Hentet fra https://books.google.com/books?hl=da&lr=&id=YFIHG8Ozb_QC&oi=fnd&pg=PA9&dq=feltarbejde+blandt+b%C3%B8rn+eva&ots=CyVz9oe8pq&sig=qWTIZgt4dvzd7iD1TQ47vbKcVvw
- Hanghøj, T. (2012). Spilscenarier i undervisningen-præsentation af en didaktisk model. *Læring Og Medier (IOM)*. Hentet fra <http://www.forskningsdatabasen.dk/en/catalog/2282380868>
- Hannula, M. S., Di Martino, P., Pantziara, M., Zhang, Q., Morselli, F., Heyd-Metzuyanim, E., ... others. (2016). Attitudes, Beliefs, Motivation, and Identity in Mathematics Education. I *Attitudes, Beliefs, Motivation and Identity in Mathematics Education* (s. 1–35). Springer. Hentet fra http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-32811-9_1
- Helsborg, T. (2015). GRAFIK Sådan spiller drenge og piger computerspil helt forskelligt. Hentet 25. august 2016, fra <http://www.dr.dk/levnu/boern/grafik-saadan-spiller-drenge-og-piger-computerspil-helt-forskelligt>
- Hetmar, V. (2016). Positioneringsteori og scenariebaserede undervisningsforløb. *Upubliceret artikel*.
- Illum Hansen, T., & Bundsgaard, J. (2016). *Effektmåling af demonstrationsskoleforsøg: afrapportering af kvantitative undersøgelser på tværs af de tre demonstrationsskoleprojekter i AUUC-konsortiet*. Odense: Læremiddel.dk.
- Jordan, B., & Henderson, A. (1995). Interaction analysis: Foundations and practice. *The journal of the learning sciences*, 4(1), 39–103.
- Kazak, S., Wegerif, R., & Fujita, T. (2015). The importance of dialogic processes to conceptual development in mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 90(2), 105–120.

- Ke, F. (2014). An implementation of design-based learning through creating educational computer games: A case study on mathematics learning during design and computing. *Computers & Education*, 73, 26–39.
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2009). *Interview: introduktion til et håndværk*. Kbh.: Hans Reitzel.
- Kørhse, K. L., & Misfeldt, M. (2015). An ethnomathematical study of play in minecraft. *Norma* 14, 205–214.
- Lindhardt, B. (2017). Åh nej - matematik - Folkeskolen.dk. Hentet 30. marts 2017, fra <https://www.folkeskolen.dk/600525/aah-nej---matematik>
- Logan, T., & Woodland, K. (2015). Digital Games and Mathematics Learning: The State of Play. I *Digital Games and Mathematics Learning* (s. 277–304). Springer. Hentet fra http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-017-9517-3_14
- Long, Y., & Aleven, V. (2014). Gamification of joint student/system control over problem selection in a linear equation tutor. I *International Conference on Intelligent Tutoring Systems* (s. 378–387). Springer. Hentet fra http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-07221-0_47
- Lowrie, T., & Jorgensen, R. (2015). *Digital games and mathematics learning: Potential, promises and pitfalls* (Bd. 4). Springer. Hentet fra <https://books.google.com/books?hl=da&lr=&id=yQu0CgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=Digital+Games+and+Mathematics+Learning+Potential,+Promises+and+Pitfalls&ots=qPmOq2Pr1x&sig=pFMzm3zATvUSWH-NxUcTJ16xMtl>
- Minecraft Education Edition FAQ. (2016). Hentet fra <http://education.minecraft.net/faq>
- Minecraft Teachers. (2016). Hentet 25. august 2016, fra <https://groups.google.com/forum/#!forum/minecraft-teachers>
- MinecraftEdu wiki. (2016). Hentet 25. september 2016, fra http://services.minecraftedu.com/wiki/Main_Page

- Misfeldt, M. (2010). "Forestillet læringsvej" i IT-baserede pædagogiske udviklingsprojekter. *Dansk Pædagogisk Tidsskrift*, 58(4), 42–52.
- Misfeldt, M. (2014). Trekantsberegninger og teknologi. *MONA 2014*, 1, 27–43.
- Misfeldt, M., & Hanghøj, T. (2016). Spildidaktik – når indhold og aktivitet smelter sammen? *Kvan - Et Tidsskrift for Læreruddannelsen Og Folkeskolen*, 2016(104), 104–116.
- Morelli, T. (2015). In-Game Minecraft Quests for Elementary Education. *International Journal for Innovation Education and Research*, 3(8).
- Nebel, S., Schneider, S., & Rey, G. D. (2016). Mining learning and crafting scientific experiments: a literature review on the use of minecraft in education and research. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(2), 355–366.
- Nielsen, K. (2011). *Pædagogisk psykologi: en grundbog*. Samfundslitteratur.
- Niss, M., & Jensen, T. H. (2002). *Kompetencer og matematiklæring: Idéer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark* (Bd. 18). Undervisningsministeriet. Hentet fra <http://www.gymnasieforskning.dk/kompetencer-og-matematiklaering-ideer-og-inspiration-til-udvikling-af-matematikundervisning-danmark/>
- Nystrand, M., Gamoran, A., Kachur, R., & Prendergast, C. (1997). Opening dialogue. *New York: Teachers College, Columbia University*. Hentet fra <http://class.wceruw.org/documents/Opening%20Dialogue%20Ch%202.pdf>
- Owen. (2014). Yes, we're being bought by Microsoft. Hentet 25. august 2016, fra <https://mojang.com/2014/09/yes-were-being-bought-by-microsoft/>
- Silseth, K. (2012). The multivoicedness of game play: Exploring the unfolding of a student's learning trajectory in a gaming context at school. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 7(1), 63–84. <https://doi.org/10.1007/s11412-011-9132-x>
- Skott, J. (2008). Introduktion til Paul Cobbs matematikdidaktiske arbejde. *MONA Matematikk og naturfagdidaktik*, 4(4), 42–58.

- Skott, J., Hansen, H. C., & Jess, K. (2008). *Matematik for lærerstuderende: delta : fagdidaktik*. Frederiksberg: Samfundslitteratur.
- Strübing, J. (2007). Research as pragmatic problem-solving: The pragmatist roots of empirically-grounded theorizing. *The Sage handbook of grounded theory*, 580–602.
- Takeuchi, L. M., & Vaala, S. (2014). Level up Learning: A National Survey on Teaching with Digital Games. *Joan Ganz Cooney Center*. Hentet fra <http://eric.ed.gov/?id=ED555585>
- TeacherGaming LLC. (2016). Hentet 25. august 2016, fra <https://www.teachergaming.com/>
- Tromba, P. (2013). Build Engagement and Knowledge One Block at a Time with Minecraft. *Learning & Leading with Technology*, 40(8), 20–23.
- Törner, G., & Arzarello, F. (2012). Grading mathematics education research journals. *Editorial: Reminiszenzen*, 31.
- Wahl Andersen, M., & Weng, P. (2013). *Håndbog om matematik i grundskolen: læring, undervisning og vejledning*. [Kbh.]: Dansk Psykologisk Forlag.
- Wegerif, R. (2006). Dialogic Education: What is it and why do we need it? *Education Review*, 19(2).
- Young, M. F., Slota, S., Cutter, A. B., Jalette, G., Mullin, G., Lai, B., ... Yukhymenko, M. (2012). Our princess is in another castle a review of trends in serious gaming for education. *Review of educational research*, 82(1), 61–89.