

Æstetiske læreprocesser med virtual reality i matematik



Af

Christian Hansen, LH230537 / 3004401
Lærerstuderende ved UC Syd, Haderslev

Vejleder

Mie Engelbert Jensen

Anslag ekskl. indholdsfortegnelse og bilag

64.558

Dato

1.juni 2018

Indholdsfortegnelse

Indholdsfortegnelse	2
Indledning	5
Problemformulering	7
Æstetiske læreprocesser og oplevelser	7
Det socialkonstruktivistiske perspektiv	8
Neurovidenskabens perspektiv	9
Det samlede perspektiv	12
Æstetikken ind i matematikken	13
Matematikken som middel	13
Matematikken som mål	13
Undersøgellesdesign	14
VR-setup	15
Undervisningsforløb	16
Labyrint	16
Terning	16
Dataindsamling	17
Kvantitativ dataindsamling og behandling	17
Spørgeramme	17
VAS - Visual Analog Scale	18
Behandling	18
Kvalitativ dataindsamling og behandling	19
Observation	19
Interview	20
Empiri og analyse	20
Det samlede billede	21
Motivation	21
Stemthed	22
Ej blot til lyst	24
Selvbiografi	24
Unormalt normalt	25
Med matematik som mål	26
Piger og drenge	27
Undersøgelsens udfordringer	28
Diskussion	29
Centicubes vs. Minecraft-blokke	29

Æstetiske læreprocesser i matematik?	31
Konklusion	32
Perspektivering	32
Motion sickness / cybersickness	33
Teknologiske udfordringer	33
Manglende programmer	34
Tung lærer-resurse	34
Et opgør med et paradigme	34
Litteraturliste	37
Bilag 1 - Spørgeskema	41
Bilag 2 - Analogt undervisningsforløb - Terning	42
Bilag 3 - Analogt undervisningsforløb - Labyrint	43
Bilag 4 - VR undervisningsforløb - Terning	44
Bilag 5 - VR undervisningsforløb - Labyrint	45
Bilag 6 - Resultater fra spørgeskemaer	46
Spørgeskema 1	46
Spørgeskema 2	48
Spørgeskema 3	51
Bilag 7 - Observation og transskriptioner	54
Hold 1	54
Hold 2	56
Hold 3	58
Hold 4	61
Hold 5	64
Hold 6	66
Hold 7	68
Hold 8	70
Hold 9	72
Hold 10	75
Hold 11	77
Hold 12	79
Bilag 8 - Forældrebrev	82
Kære forælder og elev	82
Hvad skal undersøges?	82
Hvordan foregår forsøget?	82
Kan alle være med?	82
Samtykke	83

Spørgsmål	83
Samtykke til deltagelse i forsøg med virtual reality	84
Der gives hermed samtykke til at:	84

Indledning

Når eleverne starter i folkeskolens 0. klasse, er det med matematik som et af yndlingsfagene. Dette forhold ændrer sig dog radikalt gennem skoletiden, og for Danmarks vedkommende er det især pigerne, der kæmper (Johansen, 2013, s. 95).

Et problem er måske, at undervisningen ofte tilrettelægges efter et lærebogssystem/matematiksystem, som skolen og faglærerne har valgt at benytte (Weng, 2013, s. 159), som alene lægger op til en læring baseret på type- og træningsopgaver. Et forhold, som understøttes af (Fredens, 2018, s. 198), hvor forfatteren konstaterer, at *“Traditionelle lærebøger introducerer i stor udstrækning stadig et emne med eksempler fulgt af en liste af praktiske opgaver, der skal løses”*.

Denne oplevelse deler eleverne i min undersøgelse, hvor én udtaler om den normale matematikundervisning: *“Det er sådan mange af vores matematiktimer er. Det er derfor det er lidt kedeligt, synes jeg.”* (Bilag 7, Hold 3). En anden kalder slet og ret den normale undervisning for: *“rugbrødsmatematik”* (Bilag 7, Hold 12).

Mange elever udvikler matematikangst på vejen mod udskolingstrinene, hvilket er ødelæggende for motivationen (Lindenskov & Weng, 2013) og lysten til at lære. Og faktisk ser vi i Danmark en udvikling, der peger på, at det bliver stadigt sværere at håndtere matematik for eleverne.

I svarene fra TIMMS-testene på 4. klassetrin kan man således se, at danske elevers matematikglæde (målt på spørgsmål som: jeg kan meget godt lide matematik) er faldet fra 55% i 2007 til blot 38% i 2015. Det er et ret voldsomt og bekymrende fald (Folkeskolen.dk, u.å.).

Matematik regnes traditionelt for et af skolens mest boglige fag - det er et meget abstrakt og semantisk fag, hvor den diskursive læring er i højsædet.

Og det forhold står faktisk i nogen grad i modsætning til formålet som beskrevet i fælles mål for matematik, hvor der i stk to at: *“Elevernes læring skal baseres på, at de selvstændigt og gennem dialog og samarbejde med andre kan erfare, at matematik fordrer og fremmer kreativ virksomhed,...”* (EMU Danmarks læringsportal,u.å.).

Jeg har gennem mit studie været meget optaget af, at udforske en anden vinkel på matematikundervisningen. Man kan måske endda tale om et andet matematiksyn, hvor man ikke opfatter matematik som et bogligt og semantisk fag, men i langt højere grad som et sanseligt, æstetisk ja ligefrem praktisk-/musisk fag, hvor matematikken i sig selv er mål og drivkraft.

Jeg er i den forbindelse meget inspireret af den arbejdsform, som den franske matematiker Henri Poincaré anvendte i sit arbejde med matematikken. Han så billedkunstnerens og matematikerens arbejde som ligestillede og anså intuitionen som afgørende for sit arbejde. Han lod arbejdet føre sig og forsøgte ikke at styre det. Og når noget blev svært eller ikke gav

mening for ham, så stoppede han simpelthen og lod underbevidstheden arbejde for så senere at vende tilbage. (Lindenskov, 2009, s. 35).

Dette står jo i skarp modsætning til den mere traditionelle time- og skemalagte stoleskole, som vi i vid udstrækning holder for eleverne den dag i dag.

Udover at udfordre den mere traditionelle matematikundervisning og -tænkning, så er jeg meget optaget af, hvordan man kan gøre matematikken spændende for sin egen skyld.

Oftest ser man, at matematikken "sælges" som et middel til opnå noget andet - mange lærebogssystemer arbejder med matematikken som middel og det samme gælder for mange af de æstetiske undervisningsforløb i matematik, som jeg har set på - herunder, men ikke begrænset til "Rollespil i skolen" - projektet (Gjedde, u.å), som Egmont-fonden støttede. Man kan sige, at man forsøger at skabe ydre motiverende faktorer for, at eleverne skal lære matematik.

Der er som sådan ikke noget galt med denne tilgang, men det kunne måske være en dørbåner også at lade eleverne erfare, at matematik bare er sjovt i sig selv, uden at der nødvendigvis er et mål med det - andet, end at det netop skal være sjovt:

Vi har antaget, at "leg og læring er to forskellige ting", selvom vi lærer mest effektivt, når "det går som en leg", og vi nyder legen mest, når den rummer optimal læring

(Austring & Sørensen, 2007)

At matematikken skal være sjov, er faktisk en del af de mål, som er defineret for PRIMAS-DK, som er et udviklings- og spredningsprojekt under EU. Første mål lyder således: "*At promovere tilgange til matematik- og naturfagsundervisning, som er sjove, udfordrende og relevante for eleverne*" (Blomhøj, 2013).

I min undersøgelse har jeg valgt at se på, om man med virtual reality (VR) kan skabe rammerne om en æstetisk læreproces, hvor eleverne oplever matematik som noget sanseligt og noget, der har mening i sig selv.

Selvom jeg kigger på VR, så skal der ikke herske tvivl om, at jeg ser VR som blot et af mange didaktiske værktøjer i lærerens værktøjskasse og ikke som det nye, der kan forandre alt. VR er et middel - måske.

Problemformulering

Baseret på min indledning og de tanker, som jeg har gjort mig i mit studie, har jeg derfor valgt at arbejde med følgende problemformulering:

Kan man med virtual reality skabe rammerne for en æstetisk læreproces i matematik og dermed give eleverne specielle og sanselige oplevelser med faget, som øger deres motivation og lyst til matematik?

Æstetiske læreprocesser og oplevelser

Hvad er så æstetiske læreprocesser og hvorfor har det overhovedet noget med matematik at gøre?

Æstetiske læreprocesser er ikke en speciel metode eller et redskab, man kan tage i anvendelse, men mange undervisningsmetoder bygger på eller inkorporerer elementer fra æstetisk læring. Æstetiske læreprocesser har snarere at gøre med nogle basale grundvilkår for, hvordan vi som mennesker lærer.

Alting starter med en følelse. Sådan fortæller Lisser Rye Ejersbo i sit foredrag om æstetiske læreprocesser i matematik i forbindelse med afslutningen af et forskningsprojekt i regi af Egmont-fonden (Ejersbo, u.å.). Et udsagn som Lauridsen (2016, s. 72) forstærker ved ganske enkelt at konstatere, at følelser simpelthen driver læringen.

Og æstetik har netop med følelser at gøre. Således defineres begrebet æstetik i Politikens etymologiske ordbog:

*æstetik af græsk aisthētikós 'sansende' afledt af aisthánesthai 'sanser, føler'. Roden kommer af indoeuropæisk *awisdh-, som er sammensat af *awis- 'åbenbar, til at opfatte' + *dh-, *dhē- 'anbringe, lægge, sætte, udvirke, gøre'. Ordet *awis- er afledt af *awēi-, *aw- 'opfatte med sanserne' (jf. audio-).*

(Katlev, 2000, s. 691)

Som et kuriosum er ordet "anæstesi", som jo betyder følelsesløshed, afledt af samme ord som æstetik, nemlig aisthánesthai.

At tale om det æstetiske og æstetiske læreprocesser er således ikke noget nyt. Begrebet og den underliggende mekanisme har været kendt og erkendt årtusinder, og et af de måske

tidligste skriftlige vidnesbyrd om æstetiske læreprocesser finder vi hos Aristoteles, der på blot to linjer summerer det væsentlige op:

Der er intet i forstanden, der ikke først har været i sansningen

(Aristoteles, 384 – 322 f.v.t.)

Lieberoth (2013) kalder oplevelseslæring (som næsten er synonymt med æstetisk læring) for “*en evolutionært ældgammel læringsform*”. Vi har altså med andre ord fat i noget, der har været og er på spil i forhold til menneskets udvikling og læring - et grundelement i læringens anatomi.

Det socialkonstruktivistiske perspektiv

Det følgende afsnit er i det store hele baseret på Austring & Sørensen (2006, s. 77-107), da de leverer et gennemarbejdet og godt overblik over de forskellige læringsmåder baseret på blandt andet Hansjörg Hohrs arbejde og forskning. Jeg vælger Austring & Sørensen, der arbejder med i alt tre læringsmåder, den empiriske, æstetiske og diskursive frem for eksempelvis Mogens Pahuus, der arbejder med to læringsmåder, hvor den empiriske og æstetiske er samlet i det, han kalder “kropslig-emotionel udvikling” og den diskursive i det, han kalder “intellektuel udvikling” (Austring & Sørensen, 2006, s. 132).

Inden for humanioraen har man beskrevet processerne omkring læring detaljeret gennem blandt andet et socialkonstruktivistisk syn. Austring & Sørensen (2006) opererer med tre forskellige læringsmetoder, som mennesket tilegner sig sekventielt gennem livet, nemlig den empiriske, den æstetiske og den diskursive. De tre læringsformer udvikles på skuldrene af hinanden og står i et gensidigt supplerende forhold og skal opfattes som sideordnede og lige vigtige gennem hele livet for det enkelte menneske.

De to første læringsmåder, den empiriske og æstetiske, er begge bundet til menneskets kropslige erfaring og sansning.

Den empiriske læringsmåde er den første mennesket udvikler, og den er på spil allerede mens fosteret ligger i sin mors mave og sanser berøring, smage og lyde. Læringsmåden udspiller sig i det dialektiske spænd, der udgøres mellem den direkte kropslige sansning og erfaring og med den omgivende verden. Således bliver denne læringsmåde også kulturelt situeret, da forskellige børn møder forskellige verdener.

Den æstetiske læringsmåde er på samme måde som den empiriske læringsmåde en kropslig og sanseligt forankret læringsmåde, men med en medierende overbygning. Her vil det enkelte menneske nemlig forsøge at finde mening og sammenhæng i den fragmenterede sans- og oplevelsesverden, som erfares gennem den sansende og oplevende krop, og søge at fortolke denne sammenhæng gennem de formler, som kulturen stiller til rådighed. Således er også den æstetiske læringsmåde situeret i en kulturel kontekst og udspiller sig derfor forskelligt fra menneske til menneske.

Fælles for den empiriske og æstetiske læringsmåde er, at de har at gøre med den direkte kropslige og sansede erfaring og input. Man kan sige; med den episodiske erfaring.

Den diskursive læringsmåde er den sidste, som mennesket tager i anvendelse. Og hvor den æstetiske forsøger at samle dele til helheder, så er det lige omvendt med den diskursive, der analytisk nedbryder helheder til dele, der kan forstås og forklares, og det vel at mærke ude af den personlige og følelsesmæssige episodiske kontekst. Den diskursive læringsmåde er semantisk, abstrakt og arbejder i taksonomier.

I matematik beskæftiger man sig traditionelt kun eller mest med den diskursive læringsform, der ideelt set er afkoblet følelser og sansning - anæstesi.

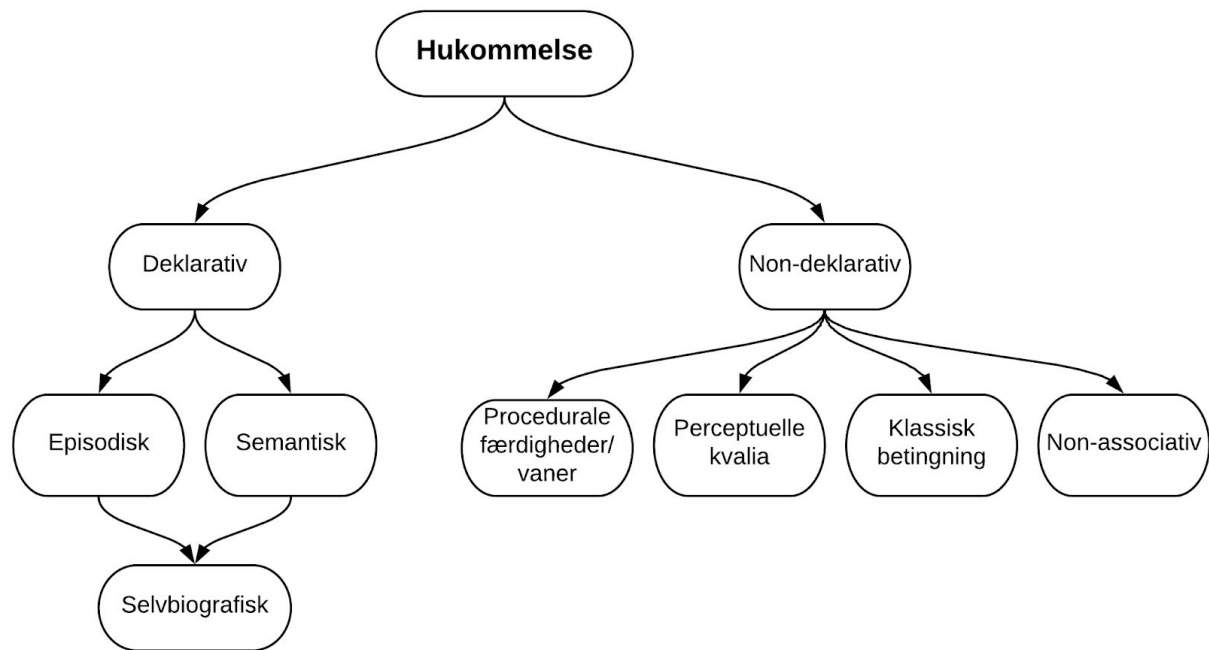
Neurovidenskabens perspektiv

Den socialkonstruktivistiske beskrivelse af læringens anatomi, af æstetiske læreprocesser, kan siges at bygge på et udefra-og-ind-syn, hvor man har observeret mennesker i læringssituationer på forskellige alderstrin og derfra udviklet en teori om menneskets læring.

Og indtil for ganske nyligt stod æstetiske læreprocesser blot som en af flere forklaringer på, hvordan mennesket lærer - en anden meget kendt og anvendt forklaring er den om læringsstile - og man anså de æstetiske læreprocesser som specielt interessante og relevante forhold til de såkaldte praktisk-/musiske fag.

Men det syn er den nyere hjerneforskning ved at ændre på. Her har man gennem lang tid og mange studier undersøgt, hvordan hjernen lærer og hvordan hukommelsen virker. Man har blandt andet undersøgt mennesker med forskellige demenssygdomme kan konstatere forskellige påvirkninger af deres hukommelsesmæssige formåen alt efter, hvilke områder i hjernen, sygdommen har ramt (Lieberoth, 2013, s. 68). Samtidig man har indsamlet og analyseret store mængder af data samlet fra hjernescanninger.

Man kan sige, at hjerneforskerne anlægger et "indefra og ud"-syn på læringen. Og det, som er rigtig interessant, er, at man når samme konklusioner som socialkonstruktivisterne, som Lieberoth (2013) formulerer det i sin artikel: "Her mødes neurovidenskabelige data altså med socialkonstruktivismen".



Figur 1 (Lieberoth, 2013, s. 63)

Figur 1 viser et kort over, hvordan man pt. forestiller sig, at hjernens langtidshukommelse fungerer/er inddelt. Overordnet mener man, at mennesket besidder en deklarativ og en non-deklarativ hukommelse.

Den non-deklarative retter sig mod det, vi ikke kan sætte ord på. Det er sådan noget som at binde sine snørebånd, cykle eller taste en pinkode. Disse kundskaber hører til i det procedurale område og hvis vi bliver bedt om eksempelvis at beskrive for en anden, hvordan man binder et par sko, så vil de fleste menneske opleve store problemer med for den enes vedkommende at overlevere denne viden mundtligt eller skriftligt og for den andens at forstå og omsætte den modtagne information.

Den deklarative hukommelse har at gøre med alt det, vi kan sætte ord på. Den er igen inddelt i to områder, nemlig en episodisk og en semantisk del, som tilsammen konsoliderer det enkelte menneskes selvbiografiske viden - altså viden om, hvordan jeg er.

Den episodiske del af hukommelsen hører til den ældre del af vores hjerne og placeret i og omkring hippocampus. Det er for skarpt at tale om biologisk fast definerede og afgrænsede centre i hjernen, områderne er snarere lokaliseret bestemte steder, men plastiske i nogen grad og de enkelte områder i hjernen kan således rekruttere andre områder, hvis nødvendigt. (Lieberoth, 2013, s. 64).

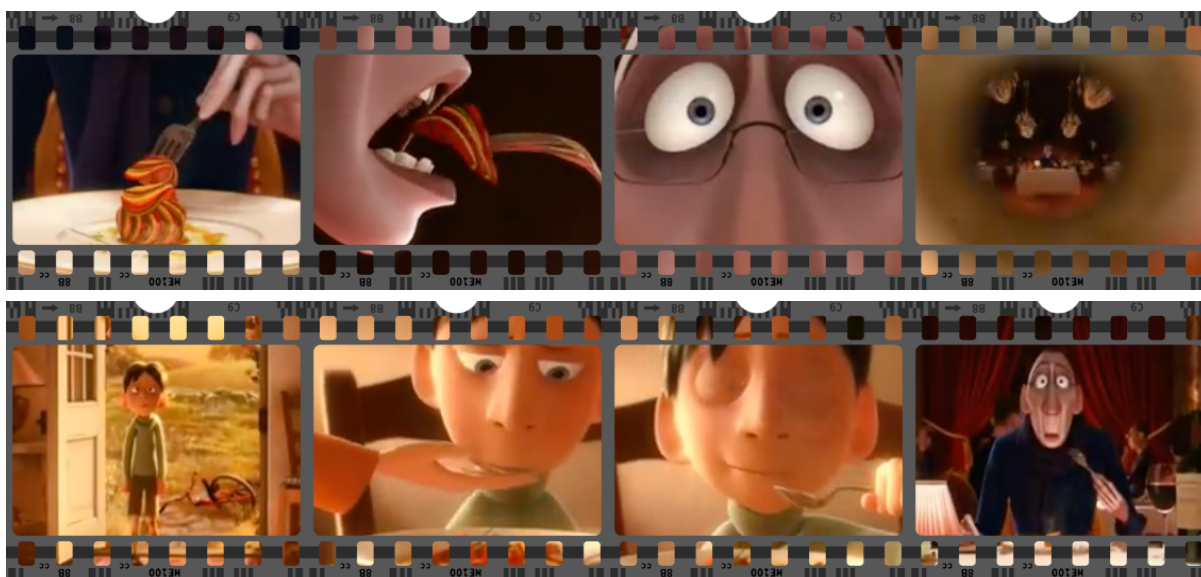
Hippocampus lagrer tilsyneladende ikke mange data selv, men fungerer mere som et kort over, hvor erindringer er og tillader én at genkalde viden eksempelvis i forbindelse med en bestemt sansning: *"I ét syn indeholder hippocampus ikke ret meget indhold – mere relationer i en slags episodisk-selvbiografisk indholdsfortegnelse"*(Lieberoth, 2016, s. 70).

Hippocampus er først færdigudviklet omkring 3-års-alderen (Lauridsen, 2016, s. 34), hvilket stemmer ret godt overens med, at barnet udvikler en empirisk læringsform før en æstetisk,

selvom begge er baseret direkte på den kropslige sansning og erfaring. For med den æstetiske læring hører en symbolverden og dermed behovet for en funktionel langtidshukommelse, og da hippocampus er porten til langtidshukommelsen, skal porten først åbnens, inden den æstetiske læringsform kan udvikles.

Et af de absolut bedste billeder på, hvordan og hvor ekstremt hurtigt hippocampus kan målsøge information baseret på sanseindtryk finder man i filmen Ratatouilles ikoniske scene, hvor den frygtede madanmelder Anton Ego tager en bid af den serverede ratatouille og straks i hukommelsen føres tilbage til en dejlig sommerdag, hvor han som dreng fik serveret retten af sin mor.

Scenen er stærk, og alle kender til fornemmelsen af den hurtige genkaldelse og de følelser - ofte overvældende - den kan bringe med sig.



(Ratatouille, 2007, Pixar Animation Studios)

Lauridsen (2016, s. 34) kalder slet og ret hippocampus porten til vores langtidshukommelse og Lieberoth (2013, s. 68) konstaterer, at "friske (hjernes scanner red.) data antyder nemlig, at vores semantiske videnslagre i høj grad bygger på en episodisk grundvold".

Altså skal al viden gennem hippocampus, før den kan finde vej ud i hjernens langtidshukommelse og med tiden lagres som semantisk viden fritrevet de enkelte oplevelser.

Hjernens sematiske videnslagre findes mere diffust i den nyere del af hjernen, neocortex, spredt ud over 7 identificerede områder (Lieberoth, 2016, s. 67). En interessant opdagelse man har gjort i den forbindelse er, at det præfrontale cortex, som har at gøre med højere kognitive funktioner, herunder beslutningsdannelse, også samarbejder direkte med hjernens ældgamle limbiske system, og altså er forbundet direkte til vores personlige følelser og affektsystem (Lieberoth, 2016, s. 67).

Så selv når vi adresserer vores semantiske hukommelse er følelserne med, hvilket igen understøtter det socialkonstruktivistiske perspektiv, hvor den diskursive læremetode nok ses som uden følelser, men alligevel hvilende på den æstetiske og empiriske læringsmåde.

Det samlende perspektiv

Rent epistemologisk lægger æstetiske læreprocesser sig op ad en hermeneutisk tradition med udspring i fænomenologien. Specielt Gadamer's hermeneutik, hvor begreberne forforståelse (fordom) og horisontsammensmeltning finder anvendelse, giver god mening.

For det enkelte menneske møder netop verden med en forforståelse, der er summen af dette menneskes oplevelser og erfaringer op til nuet, og det er gennem den optik, denne nutidshorisont baseret på fortiden, altså ens tidligere erfaringer og oplevelser, at tolkningen af nye indtryk processeres og lagres, at horisontsammensmeltninger finder sted, forforståelsen revideres og nye perspektiver opstår.

Gadamer beskriver det som en løbende, ja iterativ, proces, hvor fordomme konstant må efterprøves og justeres: *"Tværtimod er forståelse altid den proces, hvor horisonter, der formodes at eksistere for sig selv, smelter sammen"* (Gadamer, 2007, s. 291).

Dette flugter virkelig godt med såvel det "udefra og ind"-perspektiv, socialkonstruktivismen lægger på æstetiske læreprocesser og hjerneforskningens "indefra og ud"-perspektiv, der kommer til samme konklusioner om vores hjernes funktion.

Så når jeg i starten svinger mig op til at tale om æstetiske læreprocesser som en del af læringens anatomi, så kan dette udsagn begrundes. Men der er også en vigtig pointe i, at vi stadig ikke ved ret meget om hjernen og dens funktion, hvilket Lieberoth (2013, s. 73) også konstaterer med:

Vi forstår ganske enkelt ikke hjernen ret godt til trods for al den populære begejstring og slet ikke godt nok til at sælge "brain based learning". Hjernescanningsdata er også begrænsede på en masse måder – f.eks. er børns resultater ofte meget anderledes end voksnes...

(Lieberoth, 2013, s. 73)

Og hvis hjerneforskningen stod alene med sit syn på læringen, ville der for alvor være grobund for skepsis. Men det er netop ikke tilfældet.

Æstetikken ind i matematikken

Matematikken som middel

Når man arbejder med æstetiske læreprocesser, ligger det lige for at benytte matematikken som et middel. Det har man eksempelvis gjort i projektet "Rollespil i skolen", hvor man har udarbejdet en række forskellige tværfaglige rollespil. (Gjedde, u.å.)

Ved at lade eleverne spille forskellige roller giver man den enkelte mulighed for at "*afprøve nye sider af sig selv, fordi hvis de fejler, er det bare rollen som fejler.*" (Gjedde, 2018 ¶ Læringsrollespil kan fremme inklusion). Dermed bygger man direkte på en af de helt basale læringsstrategier, som barnet allerede tidligt tager i anvendelse, nemlig rollelegen (Austring & Sørensen, 2006, s. 91).

Jeg har selv gjort en erfaring med at anvende matematik som middel i en æstetisk læreproces. I min 2. praktik på Sdr. Nærrå fri- og efterskole udarbejdede jeg et tværfagligt forløb i matematik og (lokal)historie.

Jeg havde tegnet et koordinatsystem ind over skolens område. Eleverne skulle så tegne funktioner ind i koordinatsystemet og hvor funktioner havde skæringspunkter, ville de kunne finde en post med nye funktioner og ny viden. De skulle igennem i alt seks poster og hver post afslørede sammen med nye funktioner, der skulle tegnes, en brik af en lokalhistorisk begivenhed, kun ganske få kender til - nemlig forløbet op til og afbrændingen af den mandlige heks "Galne Rasmus".

Matematikken som mål

Ofte bliver matematik set som et redskabsfag, et middel, der skal bane vejen for et mål; at man lærer at holde styr på sin økonomi, kan uddanne sig videre mv. Man kan sige at en stor del af matematikundervisningen bygges på ydre motiverende faktorer, som er grundfæstet i spørgsmålet "hvad skal jeg bruge det til".

Derfor er det interessant at undersøge, om man kan anlægge en anden vinkel på matematikundervisningen, understøttet af tænkningen omkring de æstetiske læreprocesser, hvor matematikken og det matematiske problem bliver mål i sig selv.

Det betyder, at de didaktiske forberedelser må tage udgangspunkt i at skabe oplevelser med matematikken på matematikkens egne præmisser og med de muligheder, matematikken tilbyder.

Jeg er i den forbindelse meget inspireret af de arbejdsmetoder og det matematiksyn, man møder hos på den ene side den franske matematiker Henri Poincaré, som så matematikken som en æstetisk kunstart, og på den anden matematik-kollektivet "Nicolas Bourbaki". (Lindenskov, 2009).

Lindenskov (2009, s. 34) finder på baggrund af Henri Poincarés og Bourbaki-gruppens arbejde syv nøgler til at give eleverne en oplevelse af matematikken, som modsvarer den, den kyndige og erfarne matematiker oplever:

Den femte nøgle er at give muligheder for at sanse matematiske grundelementer, hvor abstrakte de end kan forekomme at være, med henblik på at elementerne opleves som noget, der har eksistens og er meningsfyldt.

(Lindenskov, 2009)

Denne femte nøgle er selvfølgelig særligt interessant, fordi den leverer et motiv til at afprøve og bruge VR i matematikundervisningen, da man med VR har mulighed for at skabe virtuelle virkeligheder, hvor matematiske elementer kan indgå som noget, der netop har både eksistens og er meningsfyldt.

Undersøgelsesdesign

Undersøgelsen blev gennemført på Nordagerskolen i Ringe på Fyn. Inden undersøgelsens start blev lærerne på årgangen orienteret om forløbet og formålet med undersøgelsen. Jeg deltog på et fælles møde, hvor jeg fremlagde følgende præsentation:

https://prezi.com/p/8uuk_w0hxyt6/stetiske-lreprocesser-og-vr/. Derefter udarbejdede jeg et forældrebreve (Bilag 8), som blev sendt ud til elevernes forældre med information om forløbet og en tilmelding.

Jeg har valgt at arbejde med elever på 5. og 6. klassetrin, da disse elever er modne nok til, at man kan gennemføre relativt komplicerede forsøg samtidig med, at de endnu ikke for de fleste vedkommende for alvor er nået ind i puberteten med de udfordringer, det kan give.

Deltagelse i forsøget var frivilligt og krævede en tilmelding. Jeg ville således teoretisk kun få elever med i forsøget, som på forhånd var motiverede.

Jeg valgte, at alle elever skulle igennem to forløb i løbet af en time. Det ene forløb var et analogt forløb, hvor de skulle arbejde med papir og blyant, mens det andet forløb blev gennemført i VR. De to forløb var Labyrinth og Terning, som jeg designede i henholdsvis en analog udgave og en VR-udgave.

Eleverne blev overordnet fordelt på fire hold, a, b, c og d, og gennemførte således forløbene i den rækkefølge som beskrevet i matrixen herunder:

	Labyrinth _{analog}	Labyrinth _{vr}	Terning _{analog}	Terning _{vr}
Første forløb	a	b	c	d
Andet forløb	d	c	b	a

Jeg valgte at lade eleverne gennemføre to forskellige forløb, hvoraf det ene ikke var i VR, fordi jeg ønsker at tage højde for den parameter, at forsøget i sig selv kan være det nye eller anderledes, som gør, at eleverne vurderer deres motivation anderledes end normalt. *“Nye arbejdsmåder kan i sig selv vække interessen, koncentrationen og adgangen til intuitive associationer, som da Bourbakigruppen fandt på legen om Bourbaki”* (Lindenskov, 2009, s. 41).

Ved at gennemføre forløbene i forskellig rækkefølge, kan jeg se, om forløbene påvirker hinanden resultatmæssigt, og om denne påvirkning har betydning for mine analyser og konklusioner.

VR-setup

Eleverne arbejdede med HTC Vive, der består af en VR-brille(2), to controllere(3) og to sensorer(1). De to sensorer sættes op, så de dækker et areal på 2,5x3 meter.



Eleverne kan så bevæge sig rundt på dette areal og sensorerne måler konstant VR-brillens og controllers position og orientering i rummet, hvorved eleven får fornemmelsen af fysisk at bevæge sig i VR-verdenen. Der er altså tale om en noget mere avanceret udgave af VR, end den mange kender fra google-cardboard-lign. løsninger, hvor en mobiltelefon anvendes.

Nordagerskolen har fem installationer til rådighed, hvorfor eleverne deltager i hold af op til fem ad gangen i forsøget.

Undervisningsforløb

Jeg har udarbejdet to undervisningsforløb i to varianter, nemlig en analog og en VR-variant. Fælles for de to forløb er, at de bygger delvist på principperne om undersøgende matematik, og at der ikke er ét rigtigt svar. Kun rammerne og iscenesættelse er sat. Så er det op til eleverne at afsøge emnet inden for de rammer, der er givet (Blomhøj, 2013, s. 185). Denne tilgang skulle gerne sikre, at eleverne ikke løber tør for noget at foretage sig i det enkelte forløbs varighed.

De analoge forløb løser eleverne på papir med blyant. De får udleveret de nødvendige remedier til løsning af opgaverne. VR-forløbene løses i spillet Minecraft, hvor jeg har designet en verden specielt til formålene, som er helt flad, uden strukturer af nogen art, hvor solen altid skinner fra oven og der er hverken dyr eller monstre. Selve Minecraft-verdenen er altså rensset for ting, der kan distrahere eleverne fra det, de skal lave.

Labyrint

Labyrint-forløbet er det første forløb i skolens 4. årgangs matematikbog (Petersen, Mogensen, Hessing, Jensen & Enggaard, 2004a, s. 4) og har ifølge lærervejledningen til formål at give eleverne "...en oplevelse med et lille historisk indblik" samt "at give eleverne en konkret anvisning på, hvordan de kan konstruere deres egne labyrinter" (Petersen, Mogensen, Hessing, Jensen & Enggaard, 2004b, s. 46).

Matematikfagligt er forløbet ikke tungt, men det er interessant at observere, om eleverne faktisk får en oplevelse med forløbet i de to varianter.

Forløbet er valgt fra 4. klasses matematikbog, fordi jeg ønsker et forløb, hvor eleverne er trygge og på hjemmebane rent fagligt - det faglige skal med andre ord ikke udgøre en barriere i forhold til at kunne måle elevernes motivation.

I den analoge udgave får eleverne udleveret opgaven, som den står i bogen, i farvekopi (Bilag 3). De får også en blyant og viskelæder og skal så gå i gang.

I VR-forløbet får eleverne udleveret en redidaktiseret udgave af labyrintforløbet, hvor byggeanvisningen er tilpasset Minecraft (Bilag 5)

I dette forløb kan man sige, at matematikken er anvendt som middel med det mål at få konstrueret en labyrint.

Terning

Terning-forløbet er inspireret af en opgave fra skolens 7. årgangs matematikbog (Andersen, Thomsen & Weng, 2009, s. 95). Her skal eleverne arbejde undersøgende med rumfang. Eleverne i 5. klasse har endnu ikke haft om rumfang, mens eleverne i 6. klasse har haft om

rumfang. Således bliver Terning-forløbet i modsætning til Labyrint-forløbet en udfordring rent fagligt for eleverne og står dermed i modsætning til Labyrint-forløbet.

Dette forløb er valgt for at vurdere elevernes niveau af oplevelse og motivation, når de skal arbejde med et rent matematikfagligt emne - matematikken som mål - som samtidig udfordrer dem fagligt. Forløbet er dog sådan skruet sammen, at alle elever kan være med og deltage. Det er således den enkelte elev selv, der styrer niveauet, hvilket skaber gode muligheder for, at eleven kan opleve at komme i flow (Majgaard & Thisted, 2009, s. 91).

I det analoge forløb (Bilag 2) arbejder eleverne med centicubes og i VR-forløbet med blokke i Minecraft (Bilag 4). Forløbet kan således oversættes 1-1 mellem analog og VR.

Dataindsamling

For at belyse undersøgelsesspørgsmålet bedst muligt, har jeg valgt at gøre brug af såvel kvalitative som kvantitative metoder til indsamling af empiri - metodetriangulering/mixed methods (Danielsen, 2014, s. 157). Dette gøres for at underbygge forsøgets reliabilitet.

Kvantitativ dataindsamling og behandling

Spørgeramme

Spørgeskemaet (Bilag 1) består af fem spørgsmål, som eleven svarer på i alt tre gange:

1. Jeg synes matematik er spændende - indre motivation
2. Jeg er god til matematik - Self-efficacy
3. Jeg glæder mig til matematiktimerne - indre motivation
4. Jeg rækker hånden op i timerne - Self-efficacy
5. Jeg er bange for at sige noget forkert - Self-efficacy

Eleven svarer første gang inden forløbet går i gang og dette første svar danner udgangspunktet for at vurdere de efterfølgende svar. Eleven svarer herefter på spørgeskemaet efter det analoge forløb og efter VR-forløbet. Der udleveres nyt spørgeskema hver gang, og eleven kan ikke se tidligere svar.

Efterfølgende måles elevernes svar op og omsættes til procentpoint og inddateres i regneark (Bilag 6).

Udover de fem spørgsmål indsamles følgende biografiske data om den enkelte elev:

- Køn
- Klassestrin
- Erfaring med VR

VAS - Visual Analog Scale

Til psykologiske og sensoriske målinger er VAS en ofte anvendt spørgeskemateknik. Her møder respondenterne en linje, der udspændes mellem to udsagn i hver sit ekstrem.

Respondenten placerer så en streg på denne linje, mellem de to udsagn, så strengen bedst muligt passer med respondenterens sensoriske oplevelse. VAS-skalaen er ikke inddelt i diskrete trin eller værdier, men er kontinuert, hvorfor den kaldes analog i modsætning til Likert-baserede skalaer, der netop opererer med diskrete værdier.

Jeg har valgt at anvende VAS-skalaen ved indsamling af kvantitative data af flere årsager. Først og fremmest, fordi skalaen er lavet specielt til psykologiske vurderinger og er gennemtestet med en meget høj reliabilitet (DeLoach, Higgins, Caplan, & Stiff, 1998).

Dernæst vil jeg gerne fjerne så meget matematik fra dataindsamlingen som muligt. Det vil sige, at jeg undgår at benytte trininddeling og tal i spørgeskemaet - som en elev sagde om et af undervisningsforløbene under interview: "Det var sjovt, fordi der ikke var nogle tal".

Sidst men ikke mindst viser et studie, at eleverne stærkt foretrækker VAS-skalaer frem for Likert-skalaer. Især, når de skal give flere svar efter hinanden (Tucker-Seeley, 2008).

Usikkerheden ved anvendelse af VAS-skalaen - altså hvorvidt man kan reproducere samme svar fra samme respondenter under samme forhold - har jeg valgt at sætte til +/-20 mm i besvarelsen svarende til 10 procentpoint i resultatopgørelsen. (DeLoach, Higgins, Caplan, & Stiff, 1998)

Når jeg efterfølgende skal afgøre, om elevens indre motivation har udviklet sig negativt, neutralt eller positivt, gør jeg det således på baggrund af følgende kriterier:

Negativ	Neutral	Positiv
Når elevens svar afviger med mere end -10 procentpoint i forhold til udgangspunktet.	Når elevens svar afviger mellem -10 og 10 procentpoint i forhold til udgangspunktet.	Når elevens svar afviger med mere end 10 procentpoint i forhold til udgangspunktet

Behandling

De indsamlede data vurderes på baggrund af forskellige parametre med henblik på at kunne afgøre, om den enkelte parameter har haft indflydelse på resultatet.

Køn - er der forskel på, hvordan piger og drenge svarer?

Forløb - svarer eleverne forskelligt baseret på, om de har gennemført det ene eller andet forløb i henholdsvis VR og analogt?

Erfaring - er der forskel på, hvordan eleverne svarer baseret på deres tidligere erfaring med VR?

Rækkefølge - er der forskel på, hvordan eleverne svarer hvis de får det analoge forløb før VR-forløbet og omvendt?

Klassetrin - er der forskel på, hvordan eleverne svarer i henholdsvis 5. og 6. klasse?

Kvalitativ dataindsamling og behandling

Observation

Jeg benytter observation af både første og anden orden (Bjørndal, 2013, s. 34). Jeg indgår således som deltagende observatør/fuldstændig deltager (Germeten & Bakke, 2014, s. 127) og observerer og oplever med mine sanser, hvordan eleverne agerer, arbejder og reagerer i samspil med hinanden og i samspil med mig som underviser.

Samtidig laver jeg videooptagelser af alle forløb, hvorved jeg efterfølgende får muligheden for at foretage observationer af første orden som fuldstændig observatør. Der er mange situationer, hvor jeg ikke er tilstede i rummet og via videokameraet dermed får mulighed for at observere eleverne.

Videoobservation vil altid påvirke den pædagogiske situation (Bjørndal, 2014, s. 182). I dag er eleverne dog så vant til video fra internettets medier, at få længere tænker over at blive optaget. Samtidig har eleverne VR-briller på under selve VR-forløbet og dermed er deres udsyn og opmærksomhed helt rettet mod det, som sker inde i VR.

I mine observationer har jeg forskellige opmærksomhedspunkter i forhold til at kunne afgøre om eleverne faktisk har en særlig oplevelse i forbindelse med deres forløb.

1. Flow: Jeg ser på om eleverne oplever at være i flow. Det gør jeg ved at vurdere elevernes opslugthed af og fokus på opgaven (Majgaard & Thisted, 2009, s. 92) og lægge mærke til deres reaktion, når de bliver bedt om at stoppe. Mistede eleverne fornemmelsen af tid og sted (Lauridsen, 2016, s. 98).

2. Motorik og bevægelse: Jeg ser også på elevernes brug af kroppen og vurderer deres respons på den sansepåvirkning, de udsættes for. Eleverne udsættes for to fysiske sansepåvirkninger fra selve VR-systemet. De påvirkes visuelt gennem VR-brillerne og taktilt gennem den hånd-controller, som de har i hver hånd.

Men derudover har de en sanselig oplevelse af at stå og bruge kroppen. Og de hører og er i dialog med deres kammerater. Det er vigtigt, at eleverne påvirkes og modtager informationer gennem flest mulige sansekanaler for at sikre en optimal adgang til og lagring i hukommelsen (Lauridsen, 2016, s. 139). I denne sammenhæng, påvirkes altså synet, det visuelle, og følesansen - både den taktile finmotoriske gennem hånd-controllerne og så den grovmotoriske med resten af kroppen.

Interview

Efter hvert forløb interviewes eleverne samlet i gruppen. Jeg stiller dem en række åbne spørgsmål med henblik på at observere deres kropssprog, mens de fortæller, samt vurdere deres sprogbrug. I forhold til kropssprog har jeg en formodning om, at eleverne vil have et rigere kropssprog, hvis de har haft en oplevelse med den overståede opgave. I sproget formoder jeg, at eleverne giver udtryk for følelser/sansninger. Jeg laver en transskription af interviewene med eleverne og tæller op, hvor mange gange, de taler om at føle noget efter hvert forløb.

I interviewene efter hvert forløb vil eleverne få samme spørgsmål, som de skal svare på. Jeg stiller dem samme spørgsmål for at kunne sammenligne svarene efterfølgende, da jeg ønsker et kvalitativt modsvar til de kvantitative data i forhold til at kunne afprøve min hypotese og styrke undersøgelsens reliabilitet (Solud, 2016, s. 144).

1. Kan I fortælle lidt om, hvad I lige har lavet?
2. Fandt I noget, som I synes var spændende eller interessant?
3. kan I godt lide at arbejde med matematik på den her måde?

Empiri og analyse

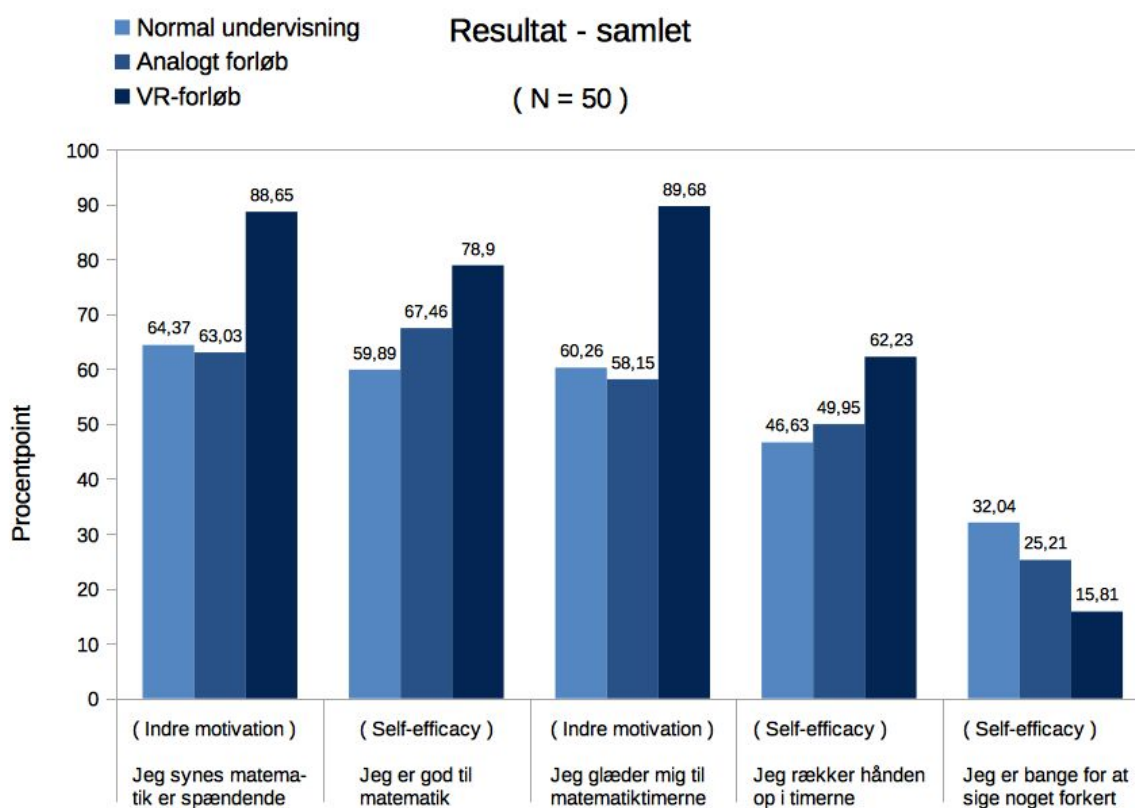
Præcis 50 elever gennemførte undersøgelsen. De 50 elever fordelte sig således på de parametre, som jeg undersøgte.

Køn	Piger	26
	Drenge	24
Klassetrin	5. klassetrin	31
	6. klassetrin	19
Erfaring med VR	Nej	21
	Ja	29
Rækkefølge	Analogt forløb først	23
	VR-forløb først	27
Forløb	Terning _{analog}	27
	Terning _{vr}	23
	Labyrint _{analog}	23
	Labyrint _{vr}	27

Det samlede billede

Når man kigger på det samlede resultat, er det ret tydeligt, at der sker noget, når eleverne får VR-brillerne på og bevæger sig ind i Minecraft. Hvad det så er, der faktisk sker, vil jeg forsøge at komme ind bagved med udgangspunkt i resultaterne.

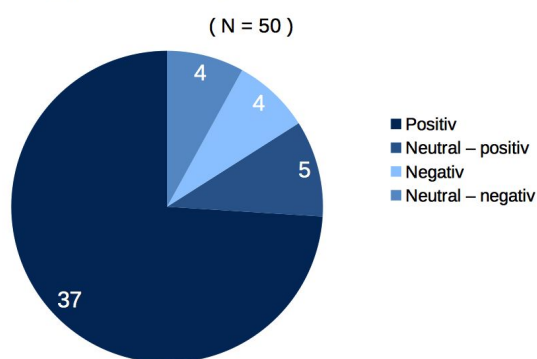
Motivation



Figur 2

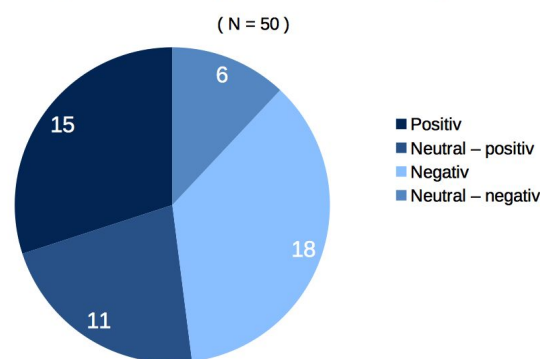
Når man ser på de to markører for elevens egen-rapporterede indre motivation i figur 2, er det tydeligt, at VR-forløbet har medført en ganske markant ændring i elevernes oplevede motivation. Hvor deres normale undervisning og det analoge forløb stort set er identiske, stiger motivationen med to cifrede procentpoint, når eleverne arbejder i VR. Grafen viser kun et gennemsnit, så det er interessant at dykke ned i, hvordan eleverne så fordeler sig - det kunne jo være nogle få, som trak det samlede billede op.

Selvrapporteret ændring i motivation ved VR-forløbet



Figur 3

Selvrapporteret ændring i motivation for analogt forløb



Figur 4

Når man laver dette snit, er det tydeligt, at ved VR-forløbet markerer langt flertallet af eleverne en positivt udvikling i motivationen. Kun fire elever markerer en negativ ændring i motivationen. Disse fire elever er alle elever, der i alle tre spørgeskemaer i forvejen markerer deres motivation på et højt niveau. Når disse fire elever ender med at markere en nedgang i motivation i forbindelse med VR-forløbet, kan det have med at gøre, at netop disse fire elever ikke oplevede at blive udfordret tilstrækkeligt, at være i zonen for nærmeste udvikling, hvilket netop er en forudsætning for at komme i flow (Lauridsen, 2016, s. 98).

Når man ser på det tilsvarende snit for elevernes markering af motivation under det analoge forløb, er billedet noget mere mudret. Her markerer halvdelen en positiv eller neutral-positiv ændring, mens den anden halvdel markerer en negativ eller neutral-negativ ændring. Der er intet solidt mønster i, hvorvidt den enkelte elev har gennemført det analoge forløb eller VR-forløbet først, men dog en tendens til, at hvis eleven har haft det analoge forløb først, markeres det højere, end hvis det analoge forløb er gennemført efter VR-forløbet.

Stemthed

Elevernes svar i spørgeskemaerne understøttes fuldt ud af såvel observationer som interviews. Når eleverne blev bedt om at stoppe med deres opgave i VR, skete det under protest og med et: *“jeg skal lige prøve at...”*-forsøg på at trække tiden lidt længere. Flere gav udtryk for at tiden var gået meget hurtigt og spurgte til, hvor lang tid de dog havde brugt. *“Vi kunne godt have brugt lidt mere tid, men vi brugte allerede 25 minutter”* (Bilag 7, hold 3), *“jeg egentlig var mest tændt på at få den der labyrint færdig, fordi du sagde, at vi ikke havde så lang tid - men jeg nåede det IKKE”*.

Harde eleverne så en æstetisk oplevelse i Minecraft, mens de arbejdede med matematik?

Hvis vi havde matematik på den her måde, så tror jeg, at jeg lærte mere, for så synes jeg det er mere sjovt. Hvis jeg bare laver noget på papir, som jeg synes er kedeligt, så kan jeg aldrig huske det bagefter. Men hvis jeg gjorde det her, så har

man sådan en oplevelse med det, og så ville jeg nok bedre kunne huske det, tror jeg.

(Elevudtalelse, Bilag 7, hold 3)

Elevudtalelsen ovenover rammer lige ned i det centrale. Og de efterfølgende udtalelser i interviewene viser samme tendens. Mange elever brugte direkte ordet "oplevelse", når de skulle beskrive, hvad de havde lavet:

- *Det er ikke alle, der kommer til at opleve det, fordi det måske er sådan en lidt dyr oplevelse* (Bilag 7, hold 2)
- *Det er mere en oplevelse at være i VR* (Bilag 7, hold 12)

At eleverne har haft en oplevelse, og at den også har været kinæstetisk (Opfattelse af kroppens bevægelser, position, vægt og kraft gennem sansning fra muskler, sener og led), underbygges af deres måde at tale om oplevelsen med VR på. 20 gange har jeg noteret, at eleverne brugte variationer af ordet "føle", når de skulle fortælle om, hvad de havde lavet efter VR-forløbet. Det samme tal for de analoge forløb er 0. Og følelsen er bundet direkte til den kinæstetiske sans, med udtryk som:

- *Det er sjovt, det føles som om man selv er der* (Bilag 7, hold 12)
- *Ej det føles underligt, som at stå midt i ingenting* (Bilag 7, hold 12)
- *Årh jeg føler jeg står og falder i virkeligheden* (Bilag 7, hold 3)
- *Det føltes som om det var virkeligheden* (Bilag 7, hold 7)



Under VR-forløbet brugte eleverne hele kroppen aktivt - nogle mere end andre, men alle var i gang, gik, drejede om sig selv, hoppede, huggede blokke i stykker med controllerne som økser osv. Det at bruge kroppen var et meget stort plus for eleverne: *"Meget sjovere, fordi så kan man bruge sin krop og prøve tingene i stedet for at sidde og skrive noget ned."* (Bilag 7, hold 6).

Samtidig observerede jeg, at eleverne havde kroppen mere med i fortællingen, når de fortalte om, hvad de havde oplevet i VR, hvor de sad stille med armene foran sig, når de fortalte om det analoge forløb. Interessant er det også, at fortællingerne om det analoge forløb går alene på det indholdsmæssige/faglige og holdes relativt korte, hvor fortællingerne om forløbet i VR næsten ikke berører det faglige, men handler meget om oplevelsen. Der er for mig ikke meget tvivl om, at eleverne oplevede det, Mogens Pahuus kalder stemthed:

Selve dette at barnet oplever med hele sig selv, engageret, involveret, opslugt, fængslet, betyder, at der i dets oplevelsen altid indgår dette, at det bevæges, angås, gribes af det, det møder, på en bestemt måde; og det er den form for kropsligt forankret emotionalitet, jeg kalder stemthed.

Mogens Pahuus (fra: Austring & Sørensen, 2007, s. 104)

Ej blot til lyst

Eleverne synes, at det var virkelig sjovt at arbejde i VR - eller rettere spille, som mange af dem kaldte det. Et forhold, som rigtig mange elever efterfølgende også hæftede sig ved. Nogle kobledede det sjove sammen med læringen, men ikke kun i en positiv kontekst:

- *Det var sjovt, men jeg er ikke sikker på, at man ville lære så meget af det. (Bilag 7, hold 8)*
- *Det var faktisk rigtig fedt, fordi det var en ny måde. Hvis man for eksempel tog matematik ind i det, så var det en ny måde at lære på (Bilag 7, hold 6)*
- *Man kunne finde så mange forskellige måder at putte viden og matematik ind, som er rigtig sjove. (Bilag 7, hold 6)*

Det er interessant, at nogle elever ser et modsætningsforhold mellem at noget er sjovt og læring og ikke tror/mener, at de har lært noget. Især fordi, at den bedste læring finder sted, når man ikke er opmærksom på, at man lærer (Brinkmann, 2007, s. 93).

At eleverne ikke oplevede, at der var matematik i opgaven er også interessant. De fremhævede udtalelser kommer alle fra elever, der har været gennem labyrint-forløbet.

Selvbiografi

Udover at se på ændringen i elevernes motivation, valgte jeg også at måle på, om forløbet medførte nogen ændring i elevernes selvbiografiske fortælling om deres matematiske jeg.

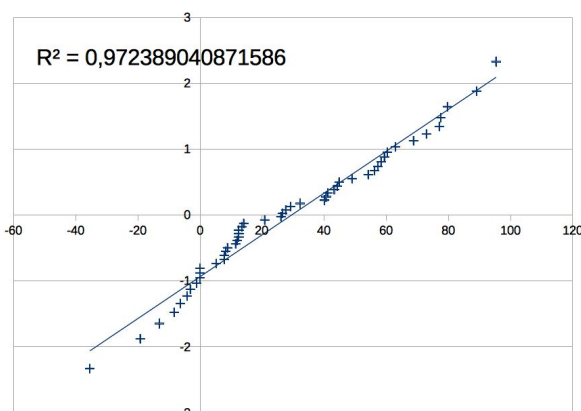
Her er det interessant, at der sker en entydig stigning både hvad angår det analoge forløb og VR-forløbet, når vi kigger på elevens selvrapporterede opfattelse af egen matematikkundskab, spørgsmålet "Jeg er god til matematik". Samtidig kan man se et tilsvarende fald i antallet af elever, der er bange for at sige noget forkert.

Der er ingen tvivl om, at både det analoge forløb og VR-forløbet gav eleverne en følelse af mestring, som Lieberoth (2013) skriver "*Da mestring inklusive undervisning, strabadser og fejltagelser udgør en central identitetsdimension*".

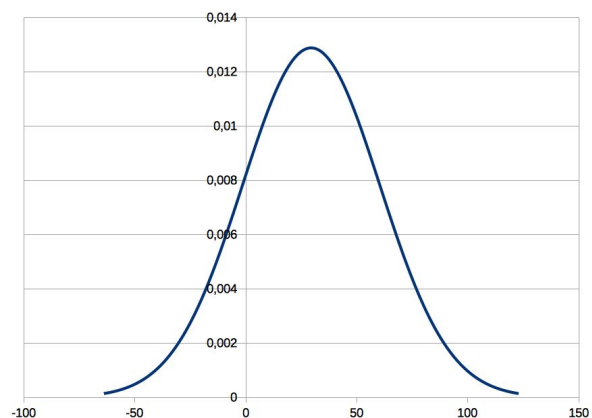
Unormalt normalt

I forbindelse med mit arbejde med data, blev jeg opmærksom på, at ændringerne i elevernes selvrapporterede motivation lignede en normalfordeling. Det er i sig selv ikke særligt interessant og faktisk er det mere normalen, at psykologiske data ikke er normalfordelte, end at de er (Bono, Blanca, Arnau & Gómez-Benito, 2017, 14. september).

Men hvis data alligevel skulle vise sig at være normalfordelte, kan man bruge det til at sige noget generelt med udgangspunkt i de statistiske deskriptorer. Herunder er data vist for ændringen i selvrapporteret motivation på spørgsmålet "Jeg glæder mig til matematiktimerne".



Figur 5 - Normalfordelingsdiagram



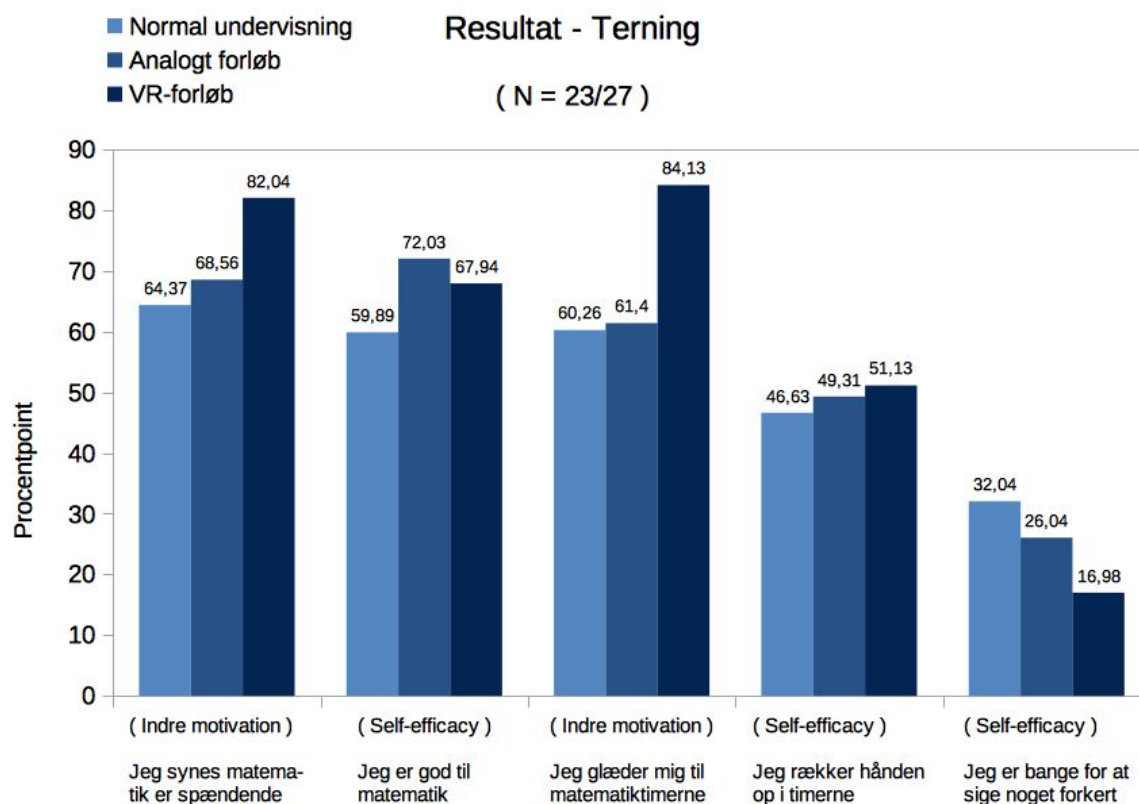
Figur 6 - Normalfordelingskurve

Skævhed var på bare 0,26 og kurtosis på -0,76, hvilket er fint inden for rammerne af det udsving, der må være ved en prøvestørrelse på 50 (Madsen, 2012, s. 79-80). Dermed er det rimeligt at antage at data er normalfordelt.

Baseret på normalfordelingen kan man sige, at den gennemsnitlige ændring i en given elevpopulations selvrapporterede matematikglæde vil være på 29,4 procentpoint \pm standardafvigelsen, som er 4,4 procentpoint.

Med matematik som mål

Forløbet Terning er interessant at se nærmere på, fordi det forløb har det reneste matematikfaglige sigte. Her skal eleverne arbejde med at bygge kuber i en ellers tom og renset Minecraft-verden.



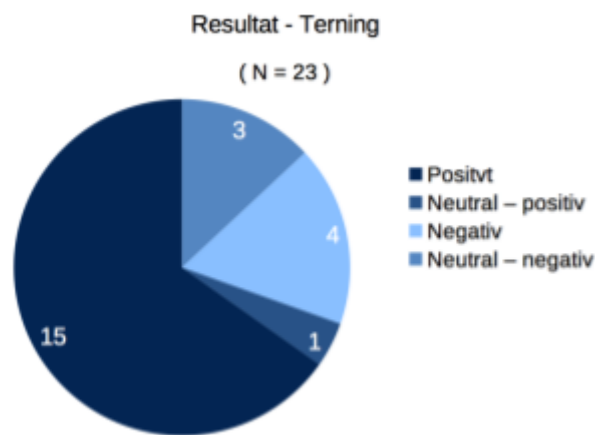
Figur 7

Tendensen ved forløbet Tering er den samme som i det samlede resultat, dog ikke helt så udtalt. Det er dog tydeligt, at eleverne responderer meget positivt på VR-forløbet overordnet set.

Når man ser på fordelingen af elever, der angiver henholdsvis positiv og negativ ændring i motivationen, ses, at 15 elever har markeret en entydig positiv ændring i deres motivation, mens 4 elever (3 drenge og en pige) har markeret en entydig negativ ændring, fordelt på -19 procentpoint, -15 procentpoint, -14 procentpoint og -11 procentpoint. Ikke store ændringer, men til gengæld er de 4 elever ret enige om niveauet

4 elever markerer neutralt.

I det samlede resultat havde også 4 elever markeret en negativ ændring. Da de samme fire går igen her, må man antage, at det er forløbet, som trækker ned, hvilket er interessant, da Tering-forløbet er det rene matematikfaglige forløb.



Figur 8

Observation af eleverne under arbejdet med Terning viser, at alle eleverne havde en god oplevelse. Alle var meget koncentrerede og arbejdede godt med opgaven (Bilag 7, Hold 1, 2, 7, 10, 11, 12). Her er det ikke til at se nogen forskel mellem elevarbejde med Terning og så elevarbejde med Labyrint.

Under det efterfølgende interview gav stort set alle elever udtryk for, at det havde været spændende, sjovt - en oplevelse.

Men der var også en enkelt som ytrede et forbehold: *“Men det ville være kedeligt, hvis man bare stod der alene. Det er sjovt, når man kan snakke med hinanden.”*. Det er faktisk den eneste elevudtalelse overhovedet i forløbet, der kæder VR sammen med at være kedeligt - ikke at det var det i situationen, men det kunne være det.

Når man går ind og ser efter eksempler på den æstetiske oplevelse i elevernes interviewsvar, finder man nogle interessante udsagn:

- Jeg fandt også ud af, at hvis man burer sig inde - så bliver det rigtig flot. (Bilag 7, hold 2)
- De var megastore, de blokke (Bilag 7, hold 10)
- Man kan hele tiden lave noget nyt. (Bilag 7, hold 11)
- Og man ikke bare sidder på en stol og regner. (Bilag 7, hold 11)
- Du prøver sådan næsten at gøre det i virkeligheden. (Bilag 7, hold 12)
- Jeg havde ikke tænkt på at klodserne var så store (Bilag 7, hold 12)
- Hvis man ville gøre sådan noget i virkeligheden, var det enten blevet minimodel eller havde taget pisse lang tid. (Bilag 7, hold 12)

Flere elever hæfter sig ved blokkenes størrelse og var overraskede over, hvor store de egentlig var, når man pludselig var inde i Minecraft. Udsagnene tyder på, at eleverne har haft en æstetisk oplevelse og “mærket” den anden verden.

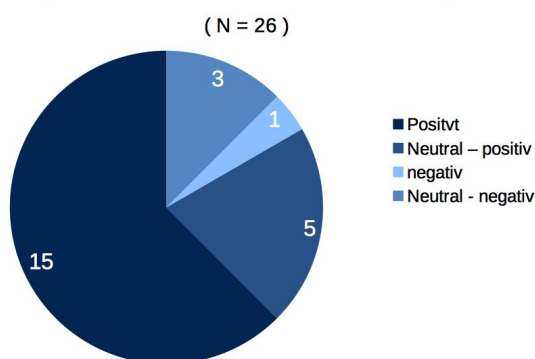
Piger og drenge

Når resultatet filtreres på baggrund af elevernes køn, ses samme tendens som i det samlede billede. Der er stort udslag på de to spørgsmål, der vedrører motivation.

Men samtidig sker der noget interessant med spørgsmål fire. For drengenes vedkommende ændrer VR-forløbet tilsyneladende ikke ved deres lyst til at deltage aktivt i timerne. Den er stabil og på et medium niveau.

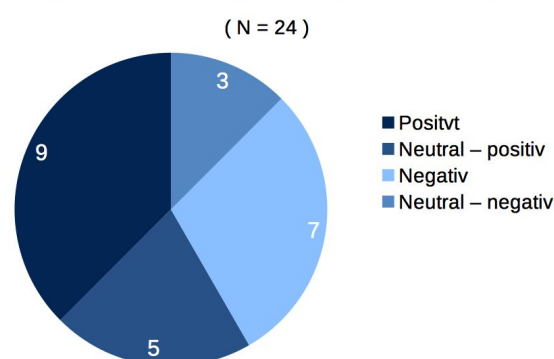
Men for pigernes vedkommende skyder lysten til at deltage i vejret, når der arbejdes med VR. Datagrundlaget er småt med kun 26 respondenter i pigegruppen. Kigger man på hver enkelt respondent, ser man dog, at 1 pige scorer negativt, 8 piger neutralt og hele 15 piger positivt. Det kan derfor godt forsvares at tale om en tendens for pigernes vedkommende.

Jeg rækker hånden op - selvrapporteret - Piger



Figur 9

Jeg rækker hånden op - selvrapporteret - Drengene



Figur 10

Denne tendens understøttes af pigernes tilbagemeldinger i interviews, hvor følgende udsagn kunne høres:

- Samme her - så ville jeg være meget mere aktiv i timerne (Bilag 7, hold 3)
- Ja, man er mere aktiv (Bilag 7, hold 10)
- Fordi du er mere aktivt i stedet for bare at sidde og skrive. (Bilag 7, hold 10)
- Altså det var i hvert fald sjovere det her end hvis vi laver rugbrødsmatematik, som vi kalder det (Bilag 7. hold 12)

I drengenes tilfælde er resultatet slet ikke så entydigt, som gennemsnittet tilfældigvis giver udtryk for. Drengene fordeler sig noget mere tilfældigt, men dog stadig med en lille vægt mod det positive. I alt 8 elever har vurderet, at de ville række hånden mindre op efter VR-forløbet - og interessant nok er 7 ud af de 8 drenge.

Hvorfor der er denne forskel på pigernes og drengenes selvrapporterede lyst til at deltage i undervisningen findes der ikke noget godt svar på. Johansen (2013, s. 101) konstaterer, at vi endnu ikke har forskningsfunderede svar, hvilket Hattie (2013, s. 134) underbygger: "*Den måske mest naive etikettering er at antage, at der kun er to måder at lære på: en mandlig og en kvindelig! Forskellen i effektstørrelser mellem drenge og piger er lille...0,04 for matematik*". Det ligger også udover denne undersøgelse at give et bud, men der kan i hvert fald konstateres en forskel i dette tilfælde.

Undersøgelsens udfordringer

Undersøgelsen er gennemført på kun én skole med elever fra 5. og 6. årgang. Eleverne har aktivt skulle melde sig til studiet, hvilket 50 elever gjorde. Før man kan sige noget generelt bør lignende undersøgelse gennemføres på andre skoler med andre elevsammensætninger.

Læreren spiller en stor rolle i al undervisning. På John Hatties liste over ting, der virker i undervisningen, er læreren på øverste plads (Hattie, 2018) . Min rolle og person kan således have spillet en afgørende rolle for undersøgelsens udfald og dermed farvet resultatet både positivt og negativt. Dette påvirker ligeledes studiets reliabilitet.

Eleverne har gennemført to miniforløb på hver ca. 25 minutters varighed. Forløbene blev gennemført i et dobbeltmodul og den tidsmæssige udstrækning udfordrer ligeledes studiets reliabilitet.

Diskussion

Centicubes vs. Minecraft-blokke

Giver det mening at bruge VR til at repræsentere matematiske elementer - kan centicubes ikke være lige så gode?

Der er ingen tvivl om, at eleverne responderer meget positivt på de analoge forløb, hvilket afsløres af deres svar under interviews:

- Ja jeg kan nok bedre lide det her end det normale, altså hvor man bare får skrevet nogle regnestykker ned og så skal man regne dem(Bilag 7, hold 4)
- Man får lov at sidde med nogle centicubes i stedet for med en blyant i hånden hele tiden (Bilag 7, hold 4)
- OG det er også - så kan man mere - i stedet for at få et regnestykke, så kan man mere sådan prøve at se, hvordan det er - end at bare få det at vide (Bilag 7, hold 5)
- Altså labyrinten var ok spændende, fordi der var brede rammer i forhold til hvad vi plejer at lave i matematiktimerne (Bilag 7, hold 7)
- Ja, og så har man også noget at gøre, i stedet for bare at sidde og skrive hele tiden. (Bilag 7, hold 8)
- At man selv skal bygge det, at det ikke bare er papirarbejde.(Bilag 7, hold 9)
- Man laver noget fysisk (Bilag 7, hold 9)
- Det er også nemmere at have det foran sig. (Bilag 7, hold 9)

I deres interviews giver de dog ikke indtryk af, at de har haft en særlig oplevelse med arbejdet - de snakker ikke om at have følt noget, hvilket også fremgår af svarene på deres spørgeskemaer. Her flugter de analoge forløb stort set med deres normale undervisning.

Som en elev siger, da vedkommende skal svare på, om det analoge forløb var godt: "Det er mere en oplevelse at være i VR".

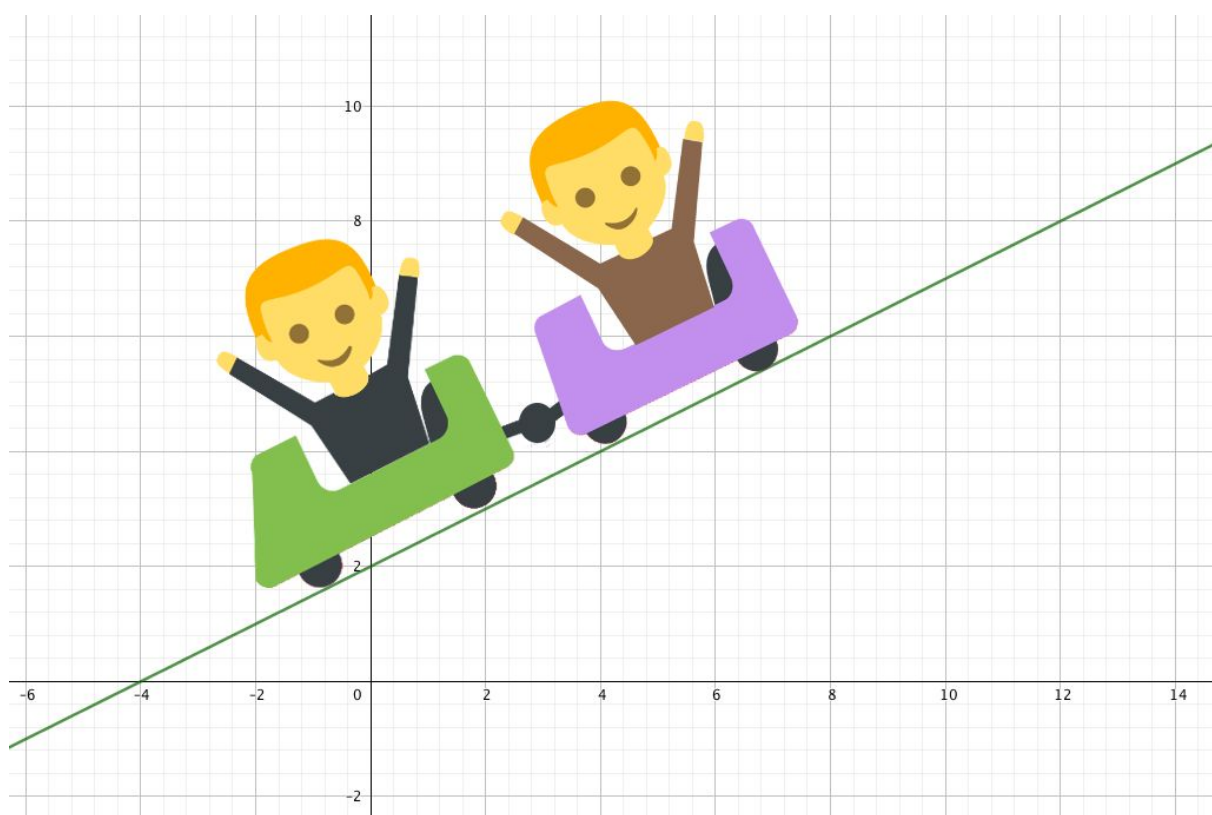
I den indeværende opgave var der ganske enkelt oplevelsen til forskel. Når man tegner en labyrint på papir, får man bare ikke samme oplevelse, som når man bygger den i Minecraft og går rundt i den. Når man arbejder med rumfang i VR, så kan man gå ind i kasserne, hoppe ned fra kasserne, gå rundt om kasserne osv. Man undersøger og udforsker med sin krop og sine sanser. Den samme oplevelse giver centicubes bare ikke - her er det tætteste vi kom en oplevelse en frustration, når der ikke var huller nok i centicubes til, at de kunne sættes sammen som eleverne ønskede det.

En anden vinkel, man kan anlægge på spørgsmålet er hvilke repræsentationer, man kan lave.

Schou, Jess, Hansen & Skott (2013, s. 135) "slår fast, at matematiske objekter i modsætning til fysiske kun er tilgængelige gennem repræsentationer" og som eksempel gives symboler, tegninger, grafer mm. De diskuterer i den forbindelse forholdet mellem indre og ydre repræsentationer og på hvilken måde, man som lærer kan få et billede af, hvordan elevens indre repræsentationer tager sig ud.

Her foreslår de, at læreren giver eleven mulighed for at mediere sin indre repræsentation gennem forskellige udtryksformer som eksempelvis tegninger, "gestik, mimik og anden kinæstetisk repræsentation". Som eksempel giver de at klappe en rytme, mens man øver gangetabeller.

Begrebet æstetiske læreprocesser har ikke for alvor "ramt" matematikken endnu, da de skrev dette, for det er jo præcis den tænkning, de rækker ind i med deres forslag og diskussion.



Tænk om man eksempelvis kunne arbejde med lineære funktioners hældningstal i VR og opleve hældningstallet ved simpelthen at tage en ratchetur på overfladen af linjen i koordinatsystemet i VR. Så ville man få en kropslig oplevelse og sansning af, hvad hældningstallet faktisk betyder, den matematiske repræsentation ville få krop og et fysisk udtryk.

Eleverne er glade for at arbejde med centicubes, men oplevelser får de i VR.

Æstetiske læreprocesser i matematik?

Skal vi så slippe de æstetiske læreprocesser løs i matematikundervisningen? Det mener jeg, at vi skal, men det sætter samtidig nogle særlige krav til alle skolens parter såvel elever, som lærere og forældre.

I den æstetiske læreproces er eleven medbidragsyder i forhold til at skabe betydning i undervisningen. Eleverne deltager med egne overvejelser og forestillinger. Når det er tilfældet betyder det samtidig, at man som underviser ikke kan styre processen efter faste skemaer. Zahle (2017, s. 137) skriver direkte, at: "Vi skal turde arbejde på kanten af kaos".

Dette stiller selvsagt store krav til lærerens pædagogiske og didaktiske kompetencer. Man skal som underviser være i besiddelse af et stort fagligt fantasiberedskab, så man til enhver tid er i stand til at gribe og nære de ideer og tanker, som eleverne bringer med sig ind i undervisningen.

I forhold til forældrene, stiller det også store krav, for som forældre skal man kunne have tillid til, at ens barn lærer det nødvendige i skolen selvom "...spørgsmål, forundring og forskellige opfattelser hænger i luften og hverken afklares i den pågældende time eller næste" (Lindenskov, 2009, s. 42).

Og den tillid skal eleven også have. Man skal være tryk ved, at man "*dermed nærmer sig en egentlig matematisk virksomhed, hvor også sansning og periodevis uafklarethed er bestanddele i at skabe fortrolighed med matematiske elementer på linje med den fortrolighed man kan have med fodbolde og pitabrød*" (Lindenskov, 2009, s. 42).

At det kan være en udfordring for såvel lærere som forældre underbygges af flere forhold.

For forældrenes vedkommende giver den stadig større digitalisering af skolen nogle udfordringer. Jeg var for nyligt til skole-hjem-samtale med mit ældste barn. Her gennemgik matematiklæreren hendes resultater på udskrifter fra matematikfessor og konkluderede på baggrund af de statistiske data, hvor min datter befandt sig rent standpunktsmæssigt.

Samtidig blev vi informeret om, at vi kunne logge på MOMO (en digital platform) hjemmefra og der følge med direkte i hendes fremskridt dag for dag.

Hvis man ikke som forældre har en god portion pædagogisk og didaktisk viden, så virker det jo besnærende, men det står i skarp kontrast til eksempelvis Hattie (2013, s. 137), som understreger ethvert barns ret til stejle læringskurver. At forestille sig, at læringen er lineær og kan ses og måles fra dag til dag er der ganske enkelt ikke noget belæg for.

I mine undervisningsforløb anvendte jeg elementer fra den undersøgende matematik - men kun elementer. For som Blomhøj (2013, s. 185) forudsætter for en vellykket undersøgende undervisning, så er det vigtigt med klare læringsmål, og at de undersøgende aktiviteter er iscenesatte. Altså anlægges her det traditionelle lærer-/elevsyn, hvor eleven nok

undersøger, men stadig er det kar, hvori viden skal påfyldes - Tabula Rasa. Han understreger ydermere, at hvis undersøgelsesprocessen ikke har et klart formål, så mister den sin læringsmæssige værdi - dette er i direkte modstrid med Lindenskov (2009).

Men hvor processen ikke skal detailstyres, så skal rammerne det i måske højere grad. Som lærer i en æstetisk læreproces, er det vigtigt, at man forstår at rammesætte undervisningen, så eleverne oplever at modtage den vejledning og guidning, der bringer dem videre, og samtidig skal man som lærer være i stand til at yde en god klasserumsledelse.

Konklusion

Når man ser på det samlede resultat af min undersøgelse må det være sandsynliggjort, at der kan finde en æstetisk læreproces sted, når man anvender VR i undervisningen, hvormed man må forvente, at elevernes læringsudbytte kan øges.

Elevernes rapporteringer efter VR-forløbene giver en entydig meget stor stigning i motivationen på gennemsnitligt 27 procentpoint for begge motivationsmarkører.

En stigning, som eleverne i de efterfølgende interviews underbygger og understøtter gennem deres udsagn, hvor de lægger vægt på at have følt noget, at have haft det sjovt, at have oplevet noget. Det samme gør sig gældende i forhold til de observationer, der er foretaget af eleverne i selve læringssituationen. Her arbejdede alle elever meget koncentreret og fokuseret med deres opgaver.

Jeg havde et specielt fokus på, om man kunne lave matematik for matematikkens egen skyld gennem Terning-forløbet i VR. Her er det overordnede resultat også ret positivt, omend en smule mere mudret end det samlede resultat. Jeg er dog ikke i tvivl om, at VR har et meget stort og uforløst potentiale, når det kommer til at gøre matematik til et sans- og oplevelsesfag for eleverne på matematikkens egen præmis.

Ud af de 50 elever, som gennemførte VR-forløbet, angav kun 4 elever en negativ ændring i motivationen, og denne ændring var ikke meget stor - den største på -19 procentpoint.

Perspektivering

Der er ingen tvivl om at VR kommer til at spille en rolle i fremtidens skole. Fredens (2018, s. 41) nævner VR som eksempel på ekstenderet kognition og underbygger det med, at VR allerede i dag anvendes i forbindelse med kognitiv og motorisk rehabilitering og til undervisning inden for medicinalverdenen.

Eleverne kan også sagtens se potentialet med VR

Vi skulle da få et helt VR-rum! Vi kunne bare lave gymnastiksalen om til en masse forskellige rum med VR - 5x5

meter eller sådan noget og så er der bare sådan lige 50 af dem eller noget ... Det ville nok være lidt dyrt at bygge

Elev (Bilag 7, hold 3)

Men *fremtiden* er samtidig nøgleordet i denne sammenhæng. I selve opgaven har jeg koncentreret mig mest om, hvorvidt man med VR faktisk kan facilitere æstetiske læreprocesser. Holder mine resultater, er der ingen tvivl om det.

Men derfra og så til at påstå, at VR bør have en plads i skolen i dag er et langt stykke vej. og det af flere årsager.

Motion sickness / cybersickness

Sidste år udkom en metaundersøgelse om brugen af VR i undervisningen fra to danske forskere. Metaundersøgelse er nu så meget sagt, for der er mildest talt ikke lavet mange undersøgelser, der kan tilbyde evidens for, at VR faktisk virker i undervisningen. Forskerne fandt bare 21 brugbare studier. (Jensen & Konradsen, 2017). En ting, som de hæftede sig ved var udbredt cybersickness, der bedst kan sammenlignes med køresyge og udfordringer med teknologien samt mangel på gode programmer.

I min undersøgelse klagede kun få elever over svimmelhed eller noget, der lignede cybersickness. Men flere elever klagede over, at de fik ondt i nakken - VR-brillen er simpelthen for tung til længere tids brug, når man ikke er ældre.

Teknologiske udfordringer

Vi oplevede også gentagne problemer med teknologien. Fordi jeg ikke havde 5 elever på hvert hold, blev det aldrig et stort problem, og kun et par enkelte elever oplevede, at deres system faldt helt ud, så de måtte starte forfra - det skabte til gengæld frustration, hvilket sådan set understøtter, at de var i en æstetisk læreproces med noget på spil følelsesmæssigt.

Flere gange måtte jeg genstarte og gen-initialisere maskiner og udstyr undervejs. Udover, at udstyret på den måde sætter høje krav til lærerens it-kundskab og tid, så risikerer problemer med teknologien også at spille en mere alvorlig rolle, da de kan udfordre elev-lærer-relationen negativt (Mehlsen, 2015, s. 24)

Manglende programmer

En anden udfordring, der skal overkommes, før VR for alvor bliver interessant i undervisningen, er manglen på didaktisk velkomponerede programmer. I min undersøgelse brugte jeg Minecraft og det gik an, fordi jeg fandt nogle opgavetyper, der stort set kunne transformeres 1-1 ind i Minecraft-universet. Men det bliver man ikke ved at kunne gøre. Jensen & Konradsen (2017) peger på dette problem i deres konklusion og jeg kan tilslutte

mig. Udfordringen her er jo selvfølgelig, at det stadig er meget nyt og at det tager lang tid og koster mange ressourcer at udvikle brugbare undervisningsprogrammer til VR.

I forbindelse med mit projekt undersøgte jeg flere undervisningsprogrammer. Fælles for mange af dem er, at de slet ikke udnytter mulighederne i VR. Man kommer godt nok ind i et VR-rum, men så kan man ikke bevæge sig rundt, så reelt set står/sidder man bare og kan eksempelvis dreje et objekt rundt - det er der ikke meget æstetik i.

Tung lærer-resurse

Sidst, men absolut ikke mindst, så kræver VR stor lærer-resurse. Det tager tid at sætte op og hver enkelt elev skal hjælpes i gang. Samtidig er udstyret dyrt og på Nordagerskolen har man eksempelvis blot fem sæt til rådighed. Man kan altså ikke tilrettelægge en klasseundervisning baseret på VR, men må lave forløb, hvor VR indgår som en mindre del, så eleverne kan rotere, eller hvor eleverne arbejder i hold om de enkelte maskiner.

Et opgør med et paradigme

Bevægelsen væk fra tænkningen om matematik som kun et bogligt fag kan være første skridt i et grundlæggende opgør med opdelingen af fag i praktisk-/musiske fag og så de boglige fag, den såkaldte reservattænkning (Larsen, 2017, s. 23).

Vi har set transformationen den anden vej i lang tid, hvor det boglige har gjort sit indtog på de praktisk-/musiske fags domæne - eksempelvis er idræt blevet et mere bogligt fag med eksamen (Undervisningsministeriet, 2018. 23. marts).

Samtidig ligger der et bias om, at boglige fag og det boglige i sig selv er finere end det praktiske, et forhold som flere af mine kilder kommer ind på: *“Fysisk bevægelse, kropslig rørthed og æstetisk antændthed ses her alene som noget, der skal kunne bidrage til, at der som “ren” følgeeffekt bliver præsteret bedre inden for de “rigtige”, “boglige” fag.”* (Larsen, 2017, s. 20)

Men tiden måske kommet til at trække den anden vej - for alvor at få fokus på det praktiske i de gamle boglige fag - at få dem gjort til det, de jo faktisk hele tiden burde have været, nemlig sanse-, oplevelses-, dannelses- og erkendelses-fag.

Faktisk mener jeg, at et paradigmeskifte i skolen ikke blot bør inkludere et nyt og æstetisk præget syn på de såkaldte boglige fag, men samtidig rumme opgøret med selve ideen om opdelingen i fag. Dewey så eksempelvis ikke de praktisk-/musiske fag som isolerede fag, men som *“beslægtede og ligeværdige æstetiske formsprog”* (Austring & Sørensen, 2006, s. 79).

Hvis man inkluderer de boglige fag i den palette, så åbner det helt nye perspektiver og betydninger af at arbejde tværfagligt. Og ideen er ikke ny, men faktisk dybt rodfast i vores historiske tradition. Således er det kun inden for de sidste par hundrede år, at naturvidenskaberne er blevet adskilt fra det æstetiske og nu står som semantiske

erkendelsesområder (Edlev, 2007, s. 21). Og i dag er der flere strømninger, som arbejder og peger tilbage i den retning.

I Israel har man lavet skoleforsøg, de såkaldte demokratiske skoler, hvor eleverne selv bestemmer undervisningen, for som en lærer udtaler:

Alle børn fødes med en nysgerrighed og en lyst til at vokse og udvikle sig. De ved selv, hvad de har brug for, for at udvikle sig, men de har brug for støtte fra en mentor til at hjælpe dem til at forstå sig selv. Hvis man er 9 år og ikke vil lære at læse, må vi sammen prøve at forstå, hvilke årsager der er til det,

Idit Eisen fra (Carboni, u.å.)

Det står dog i modstrid til udviklingen i Danmark og andre vestlige lande. I Danmark skrev man eksempelvis ordet "personlige" ud af folkeskolens formålsparagraf ved sidste revision, således at det nu hedder: "*fremmer den enkelte elevs alsidige udvikling*" (Jarl, 2012, 22. juni) i stedet for som tidligere: "*der medvirker til den enkelte elevs alsidige personlige udvikling*". (Jensen, 2012, 10. august).

For mig er ideen om æstetiske læreprocesser ikke begrænset til et ønske om at sanseliggøre matematik. For mig er perspektivet bredere og dybere. Det er et humanistisk opgør med et system, hvor

Det ser ud til, at der i mange skolesystemer for tiden er en mani med testning og udvikling af stadig mere detaljerede standarder - følgelig konstrueres læreplaner bottom-up fra standarderne til de "store ideer"...hvilke læreplaner der er ønskelige i et demokratisk samfund, antages ofte at blive besvaret af disse mere test/resultatbaserede spørgsmål frem for af en debat om, hvad der er værd at bevare i vores samfund, og hvad der er værd at vide for at leve det ønskede "gode liv"

(Hattie, 2013, s. 102)

Vi skal have æstetikken ind i de boglige fag i almindelighed og i matematik i særdeleshed, udnytte æstetikken fascinationskraft og dermed ældgamle mekanismer, som virker i vores hjerne, frem for yderligere at bogliggøre læringen (Austrig & Sørensen, 2007, s. 111). Vi skal ikke se det boglige og det praktiske som hinandens modsætninger. For "her står

følelsen ikke i vejen for tingen selv, subjektiviteten reducerer ikke objektiviteten, de kompletterer hinanden” (Austring & Sørensen, 2006, s. 132).

Jeg refererer i starten til Loris Malaguzzis smukke men også triste digt. For det rammer lige ned i den opdeling, som er beskrevet herover. Austring & Sørensen (2006, s. 141) taler ligefrem om det spaltede og tingsliggjorte menneske. Vi har skilt hovedet fra kroppen i den danske skole og gjort det indre og det ydre til hinandens modsætninger.

Lærere og pædagoger skal simpelthen kræve den pædagogiske og didaktiske definitionsret tilbage fra politikerne. Vi har brug for en ny reclaim-bevægelse!

Litteraturliste

- Andersen, M. W., Thomsen, H., & Weng, P.** (2009). *KonteXt 7 - matematik: Kernebog*. Alinea.
- Austring, B. D. & Sørensen, M** (2006). *Æstetik og læring: Grundbog om æstetiske læreprocesser*, Hans Reitzels Forlag
- Austring, B. D. & Sørensen, M.** (2007). *Motivation og æstetik I: Motivation* (s. 102-112). Tidsskriftet KvaN 78.
- Blomhøj, M.** (2013). *Hvad er undersøgende matematikundervisning: og virker den. I:* Andersen, M. W., & Weng, P. (Red.). *Håndbog om matematik i grundskolen: Læring, undervisning og vejledning* (s. 172.188). Dansk psykologisk forlag.
- Bjørndal, C .R. P.** (2013). *Det vurderende øje*. Klim.
- Bjørndal, C. R. P.** (2014) *Videoobservation som forsknings- og udviklingsredskab i skolen*. I: Brekke, M., & Tiller, T. (Red.). *Læreren som forsker: Indføring i forskningsarbejde i skolen* (s. 175-192). Klim.
- Bono, B., Blanca, M. J., Arnau, J. & Gómez-Benito, J.** (2017, 14. september) *Non-normal Distributions Commonly Used in Health, Education, and Social Sciences: A Systematic Review*. Lokaliseret d. 31. maj 2018 på:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5603665/>
- Carboni, M.** (u.å.) *Her vælger eleverne selv, hvad de vil lære: eller om de hellere vil lege*
Lokaliseret 31. maj 2018 på
http://skoleborn.dk/feb_2018/her-vaelger-eleverne-selv.html
- Danielsen, A. G.** (2014) *Opbygning af viden i skolen via kvalitative værktøjer. I:* Brekke, M., & Tiller, T. (Red.). *Læreren som forsker: Indføring i forskningsarbejde i skolen* (s. 155-172). Klim.

DeLoach, L.J., Higgins, M.S., Caplan, A.B. & Stiff, J.L. (1998, januar) *The visual analog scale in the immediate postoperative period: intrasubject variability and correlation with a numeric scale.* Lokaliseret d. 31. maj 2018 på:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9428860>

Edlev, L. T. (2006). *Æstetik og læring: Grundbog om æstetiske læreprocesser*, Hans Reitzels Forlag

Ejersbo, L. R. (u.å.) *Æstetiske Læreprocesser og Matematik v/ Lisser Rye Ejersbo.*

Lokaliseret 26. maj 2018 på <https://vimeo.com/121539878>

EMU Danmarks læringsportal. (u.å.). *Matematik - Fælles Mål, læseplan og vejledning.*

Lokaliseret d. 20. maj på:

<https://www.emu.dk/modul/matematik-faelles-maal-laeseplan-og-vejledning>

Folkeskolen.dk (u.å.). *Åh nej - matematik.* Lokaliseret d. 30. maj 2018 på:

<https://www.folkeskolen.dk/600525/aah-nej---matematik>

Gadamer, H. G. (2007). *Sandhed og metode: Grundtræk af en filosofisk hermeneutik*, Hans Reitzels Forlag

Germeten, S. & Bakke, J. (2014) *Observation: At indtage klasseværelset med sine egne sanser.* I: Brekke, M., & Tiller, T. (Red.). *Læreren som forsker: Indføring i forskningsarbejde i skolen* (s. 121-137). Klim.

Gjedde, L. (u.å). *Rollespil i skolen.* Lokaliseret d. 30. maj 2018 på: <http://www.rollespil.nu>

Hattie, J. (u.å). *Hattie effect size list - 256 Influences Related To Achievement.* Lokaliseret d. 30. maj 2018 på:

<https://visible-learning.org/hattie-ranking-influences-effect-sizes-learning-achievement/>

Hattie, J. (2013). *Synlig læring: for lærere*, Frederikshavn: Dafolo

Jarl, M. W. (2012, 22. juni). *Bekendtgørelse af lov om folkeskolen, 24. juni 2009.* Lokaliseret d. 30. maj 2018 på:

<http://danmarkshistorien.dk/leksikon-og-kilder/vis/materiale/bekendtgørelse-af-lov-om>

-folkeskolen-24-juni-2009/

Jensen, L., & Konradsen, F. (2017, 11). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*.

doi:10.1007/s10639-017-9676-0

Jensen, O. V. (2012, 10. august). *Lov om folkeskolen, 30. juni 1993*. Lokaliseret d. 30. maj 2018 på:

<http://danmarkshistorien.dk/leksikon-og-kilder/vis/materiale/lov-om-folkeskolen-30-juni-1993/>

Johansen, L. Ø. (2013). *Piger, drenge og matematik*. I: Andersen, M. W., & Weng, P. (Red.). Håndbog om matematik i grundskolen: Læring, undervisning og vejledning (s. 94 - 102). Dansk psykologisk forlag.

Katlev, J. (2000). *Politikens Etymologisk ordbog*. Politikens Forlag.

Larsen, S. N. (2017) *Det æstetiskes utilregnelighed: kritiske tanker om æstetikken i pædagogikken* I: Hansen N. F. (RED.), *Æstetikken tilbage i pædagogikken: På opdagelsesrejse mod ukendte mål* (s. 19-40). Frederikshavn: Dafolo A/S og forfatteren.

Lauridsen, O. (2016). *Hjernen og læring*. Akademisk Forlag.

Lieberoth, A. (2013) *Hukommelsessystemer og oplevelseslæring :Hvordan forvandler hjernen episoder til semantisk viden?* I: Schilhab T. (RED.), *CURSIV 11: Pædagogisk neurovidenskab* (s. 59-82).Aarhus: Institut for Uddannelse og Pædagogik (DPU)

Lindenskov, L (2009). *Æstetiske læreprocesser i matematikundervisningen i skolen*. I: Nielsen, A. M., & Fink-Jensen, K. (Red.). *Æstetiske læreprocesser: I teori og praksis* (s. 29 - 46). Billesø & Baltzer.

Lindenskov, L. & Weng, P. (2013). *Tidlig indsats til elever i vanskeligheder med matematik*. I: Andersen, M. W., & Weng, P. (Red.). Håndbog om matematik i grundskolen: Læring, undervisning og vejledning (s. 325 - 339). Dansk psykologisk

forlag.

Madsen, B. S. (2012). *Statistik:for ikke-statistikere*. Frederiksberg: Samfundslitteratur.

Majgaard, G. & Thisted, A. (2009) *Motivation og refleksion i e-læring I*: Konnerup, U. & Riis, M. & Andreassen, S. S. & Dirckinck-Holmfeld, L. (RED.), IKT og læring: reflekteret praksis (s. 81-100). Aalborg Universitetsforlag.

Mehlsen, C. (2015). *Teknologi gør os rådvilde*. Asterisk, vol(73), 24-27

Petersen, S. B., Mogensen A., Helsing S., Jensen L. & Enggaard K. (2004a) *Faktor i fjerde. fællesbog*. Malling Beck A/S og forfatterne 2006

Petersen, S. B., Mogensen A., Helsing S., Jensen L. & Enggaard K. (2004b). *Faktor i fjerde: Lærerens håndbog*. Malling Beck A/S og forfatterne 2006

Schou, J., Jess, K., Hansen, H. C. & Skott, J., (2013). *Matematik for lærerstuderende: Tal, algebra og funktioner:4.-10. klasse*, Samfundslitteratur

Solud, H. (2014) *Interview som forskningsmetode i klasseværelsesforskning*. I: Brekke, M., & Tiller, T. (Red.). Læreren som forsker: Indføring i forskningsarbejde i skolen. Klim.

Tucker-Seeley, K. R. (2008). *The effects of using Likert vs. visual analogue scale response options on the outcome of a web-based survey of 4th through 12th grade students: Data from a randomized experiment*.

Undervisningsministeriet. (2018, 23. marts). *Prøvefag i 9. og 10. klasse*. Lokaliseret d. 30. maj 2018 på:

<https://uvm.dk:443/folkeskolen/folkeskolens-proever/proeveterminer-proevefag-og-planer/proevefag>

Weng, P. (2013). *Problembehandling:et fokuspunkt i matematikundervisningen*. I:

Andersen, M. W., & Weng, P. (Red.). Håndbog om matematik i grundskolen: Læring, undervisning og vejledning (s. 157 - 171). Dansk psykologisk forlag.

Zahle, L. (2017) *Billedpuls:en æstetisk proces og metode I*: Hansen N. F. (RED.),

Æstetikken tilbage i pædagogikken:På opdagelsesrejse mod ukendte mål (s. 19-40).

Frederikshavn: Dafolo A/S og forfatteren.

Bilag 1 - Spørgeskema

Jeg synes matematik er spændende

Nej, overhovedet ikke ————— Ja, meget

Jeg er god til matematik

Nej, overhovedet ikke ————— Ja, meget

Jeg glæder mig til matematiktimerne

Nej, overhovedet ikke ————— Ja, meget

Jeg rækker hånden op i timerne

Nej, overhovedet ikke ————— Ja, meget

Jeg er bange for at sige noget forkert

Nej, overhovedet ikke ————— Ja, meget

Bilag 2 - Analogt undervisningsforløb - Terning

Undersøg kuber

Du skal undersøge 4 kuber.

Du skal bygge kuberne med centicubes.

Start med en kube med en sidelængde på 1

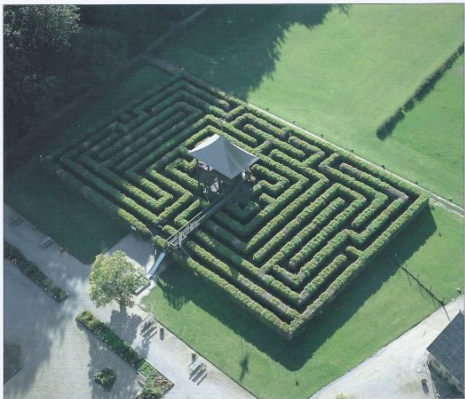
Herefter fordobler du sidelængden for hver ny kube, du bygger.

Udfyld tabellen herunder med dine resultater:

Kubens sidelængde	Kubens rumfang
1	

Bilag 3 - Analogt undervisningsforløb - Labyrint

Kan du finde vej?



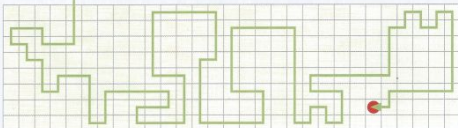
Egeskov Slot på Fyn har en labyrint i parken. Prøv, om du kan finde rundt.



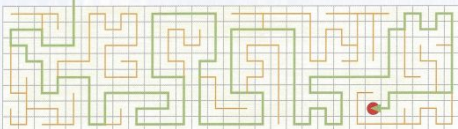
4 | Kan du finde vej?

Du kan tegne din egen labyrint.

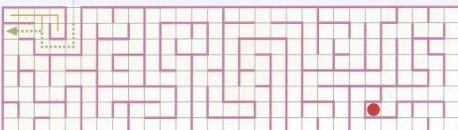
Begynd på ternet papir.
Afmærk indgangen med → og målet med ●.



1 Tegn en vej fra indgangen til målet.
Tegn stregen inden i ternene.



2 Tegn falske veje gennem resten af ternene.
Der skal være falske veje i alle tern.



3 Læg et stykke papir uden tern over din labyrint.
Tegn alle de sider i ternene, der ikke er krydset af dine veje. Det er væggene i labyrinten.

5 | Kan du finde vej?

Bilag 4 - VR undervisningsforløb - Terning

Undersøg kuber



Du skal undersøge 5 kuber.

Du skal bygge kuberne ved siden af hinanden i Minecraft.

Du skal bruge diamant-blokke, når du bygger.

Start med en kube med en sidelængde på 1

Herefter fordobler du sidelængden for hver ny kube, du bygger.

Udfyld tabellen herunder med dine resultater:

Kubens sidelængde	Kubens rumfang
1	

Bilag 5 - VR undervisningsforløb - Labyrint

Labyrint

Ved Egeskov slot findes en af verdens største labyrinter. Nu skal du selv lave en labyrint i Minecraft.

Du kan gøre som vist på de tre trin herunder. Eller du kan selv finde en måde at lave en god labyrint på.

Du har 25 minutter.



Trin 1

Lav vejen ind til labyrintens centrum. Bemærk, at du faktisk ikke behøver at lægge dit centrum i midten :)



Trin 2

Byg nu labyrintens mure. Sørg for, at man kan gå forkert mange steder – altså skal du lave åbninger til de andre stier/veje fra din rigtige vej.



Trin 3

Fjern din sti, og byg murene færdige. Lav eventuelt en vej ud fra din labyrint som på billedet.

Bilag 6 - Resultater fra spørgeskemaer

Spørgeskema 1

Køn	Q1	Q1%	Q2	Q2%	Q3	Q3%	Q4	Q4%	Q5	Q5%
m	8	41,67	4,5	23,44	0,2	1,04	18,2	94,79	17	88,54
m	0,2	1,04	4,9	25,52	0	0	1,5	7,81	0,4	2,08
m	16,7	86,98	7,4	38,54	17,7	92,19	3	15,63	0	0
m	12,7	66,15	9,6	50	11,4	59,38	8,4	43,75	0	0
m	14,7	76,56	4,2	21,88	6	31,25	2,1	10,94	3,5	18,23
k	16,3	84,9	9,5	49,48	16,1	83,85	19,2	100	11,7	60,94
m	16,6	86,46	17,9	93,23	14,9	77,6	6,7	34,9	4,4	22,92
m	15,7	81,77	17	88,54	9,9	51,56	6,8	35,42	5,3	27,6
k	12,7	66,15	10,4	54,17	10,5	54,69	9,5	49,48	11,6	60,42
k	11,3	58,85	14,8	77,08	13,9	72,4	8,4	43,75	6,1	31,77
k	16,4	85,42	12,2	63,54	13,4	69,79	3,5	18,23	13,5	70,31
k	3,7	19,27	8,3	43,23	3,6	18,75	0,4	2,08	16,8	87,5
k	5,5	28,65	9	46,88	6	31,25	3	15,63	11,6	60,42
m	16,8	87,5	13,3	69,27	14,1	73,44	14,9	77,6	6,5	33,85
m	18,1	94,27	6,3	32,81	18,9	98,44	9	46,88	0,3	1,56
k	5,4	28,13	3,2	16,67	4,3	22,4	9,2	47,92	5,8	30,21
m	7,4	38,54	4,3	22,4	9,6	50	3,2	16,67	2,4	12,5
m	14,2	73,96	10,7	55,73	16,8	87,5	1,8	9,38	4,6	23,96
m	19,2	100	19,2	100	17,6	91,67	4,8	25	2	10,42

k	4,4	22,92	6	31,25	0,5	2,6	1,9	9,9	16	83,33
k	7,3	38,02	12,6	65,63	4,3	22,4	12,7	66,15	0,8	4,17
k	7,5	39,06	9	46,88	5,2	27,08	10,5	54,69	8,7	45,31
k	9,2	47,92	14,7	76,56	8,8	45,83	8,8	45,83	1,2	6,25
m	5,3	27,6	5,6	29,17	4,6	23,96	0,5	2,6	6,5	33,85
m	14,5	75,52	13,2	68,75	15,9	82,81	5,5	28,65	7,4	38,54
k	19,2	100	14,4	75	19,2	100	12,2	63,54	0	0
k	8,6	44,79	9,4	48,96	7,1	36,98	14,2	73,96	10,1	52,6
m	12,1	63,02	15,7	81,77	10,6	55,21	8,7	45,31	1,9	9,9
k	7,3	38,02	9,4	48,96	7,8	40,63	0,3	1,56	12,2	63,54
m	9,3	48,44	9,5	49,48	9,8	51,04	4,5	23,44	11,7	60,94
m	10,4	54,17	16,8	87,5	13	67,71	19,2	100	5,5	28,65
k	16,4	85,42	19,2	100	17,7	92,19	19,1	99,48	11,8	61,46
m	19	98,96	18,1	94,27	19,2	100	15,8	82,29	5	26,04
k	14,2	73,96	15,9	82,81	16,2	84,38	9,6	50	0,5	2,6
m	16,3	84,9	18,1	94,27	2,1	10,94	0	0	0	0
m	19,2	100	16,9	88,02	17,5	91,15	14,4	75	3,3	17,19
k	15,5	80,73	13	67,71	18	93,75	4,3	22,4	3,7	19,27
m	16,1	83,85	17,5	91,15	16,3	84,9	19,2	100	0	0
k	13,5	70,31	3	15,63	9,5	49,48	13,5	70,31	15,2	79,17
k	15,6	81,25	13,7	71,35	18,2	94,79	9,3	48,44	5,3	27,6
k	8,3	43,23	6	31,25	9,9	51,56	9,3	48,44	4	20,83
k	8,7	45,31	2,6	13,54	8,2	42,71	6,8	35,42	16,5	85,94
k	14,1	73,44	16,6	86,46	14,2	73,96	16,6	86,46	0	0

k	10,8	56,25	13,5	70,31	19,2	100	9	46,88	0	0
m	14,6	76,04	13,8	71,88	16,9	88,02	12,4	64,58	5,6	29,17
m	8	41,67	14	72,92	7,6	39,58	12,3	64,06	12,3	64,06
m	19,2	100	9	46,88	8	41,67	13,5	70,31	0	0
k	6,7	34,9	7,4	38,54	12,3	64,06	10,7	55,73	4,5	23,44
k	17	88,54	16,8	87,5	17,9	93,23	15,5	80,73	2,6	13,54
k	18	93,75	16,8	87,5	17,9	93,23	3,7	19,27	11,8	61,46

Spørgeskema 2

Forløb 1	Køn	Q1	Q1%	Q2	Q2%	Q3	Q3%	Q4	Q4%	Q5	Q5%
L (A)	m	14,2	73,96	17,7	92,19	18,1	94,27	18,1	94,27	0,5	2,6
L (A)	m	0	0	2,8	14,58	0,7	3,65	2	10,42	0	0
L (A)	m	19,2	100	12,9	67,19	19,2	100	9,3	48,44	0	0
L (A)	m	19	98,96	14	72,92	19	98,96	19	98,96	0	0
L (A)	m	12,3	64,06	11,2	58,33	6,8	35,42	2,1	10,94	4,8	25
L (A)	k	16,4	85,42	11,8	61,46	16,4	85,42	18,4	95,83	11,5	59,9
L (A)	m	15,2	79,17	11,7	60,94	10,7	55,73	15,7	81,77	13	67,71
L (A)	m	14,8	77,08	17,3	90,1	15,5	80,73	1,9	9,9	0,4	2,08
L (A)	k	16	83,33	12,48	65	13	67,71	11,5	59,9	12,4	64,58
L (A)	k	15,7	81,77	14,2	73,96	16,9	88,02	6,6	34,38	6,1	31,77
L (VR)	k	18,7	97,4	17,8	92,71	19	98,96	16,3	84,9	2	10,42
L (VR)	k	12	62,5	15,6	81,25	11,5	59,9	18,5	96,35	0	0

L (VR)	k	18,7	97,4	18,1	94,27	19,2	100	18,6	96,88	1,2	6,25
L (VR)	m	18,9	98,44	16,8	87,5	19,2	100	16,1	83,85	0,8	4,17
L (VR)	m	19,1	99,48	18,7	97,4	18,7	97,4	19,2	100	0	0
L (VR)	k	16,9	88,02	16,1	83,85	19,1	99,48	18,3	95,31	6,9	35,94
L (VR)	m	14,2	73,96	13,7	71,35	8	41,67	12,9	67,19	0,5	2,6
L (VR)	m	19,2	100	13,5	70,31	19,2	100	1,3	6,77	12,8	66,67
L (VR)	m	19,2	100	19,2	100	19,2	100	4,2	21,88	2,1	10,94
L (VR)	k	13,4	69,79	10,8	56,25	15,8	82,29	11	57,29	12	62,5
L (VR)	k	19,2	100	17,1	89,06	19,2	100	16,4	85,42	1,5	7,81
L (VR)	k	19	98,96	14,2	73,96	19,2	100	15,4	80,21	4,3	22,4
L (VR)	k	19,2	100	18,2	94,79	19,2	100	10,6	55,21	0,5	2,6
L (VR)	m	16,2	84,38	13	67,71	16	83,33	9,7	50,52	3,6	18,75
T (A)	m	10,4	54,17	11,4	59,38	12,7	66,15	9,6	50	7	36,46
T (A)	k	19,2	100	18,5	96,35	19,2	100	15,2	79,17	1,8	9,38
T (A)	k	11,9	61,98	4,8	25	9,4	48,96	11,9	61,98	7,6	39,58
T (A)	m	16	83,33	9,9	51,56	19,2	100	12,7	66,15	0	0
T (A)	k	14,2	73,96	11,9	61,98	11	57,29	7,3	38,02	16,3	84,9
T (A)	m	12,2	63,54	12,4	64,58	10,5	54,69	4,2	21,88	13,8	71,88
T (A)	m	4,3	22,4	16,7	86,98	2,9	15,1	10,7	55,73	7	36,46
T (A)	k	19,2	100	19,2	100	18,2	94,79	15,2	79,17	9,4	48,96

T (A)	m	15,3	79,69	18,9	98,44	13,5	70,31	9,3	48,44	5	26,04
T (A)	k	14,6	76,04	15,1	78,65	9	46,88	9,3	48,44	1,8	9,38
T (A)	m	17,6	91,67	17,6	91,67	1	5,21	0	0	0	0
T (A)	m	19,2	100	18,1	94,27	18,5	96,35	17,6	91,67	2,1	10,94
T (A)	k	17,3	90,1	18	93,75	18	93,75	5,3	27,6	0,3	1,56
T (VR)	m	15,7	81,77	13,3	69,27	9,5	49,48	5,6	29,17	0	0
T (VR)	k	14,6	76,04	13	67,71	13,5	70,31	8,6	44,79	12	62,5
T (VR)	k	14	72,92	10,5	54,69	14,5	75,52	9,7	50,52	5,5	28,65
T (VR)	k	16	83,33	8,2	42,71	18,4	95,83	12,2	63,54	1,3	6,77
T (VR)	k	19	98,96	7,8	40,63	19	98,96	18,6	96,88	0	0
T (VR)	k	19,2	100	15	78,13	19,2	100	18,1	94,27	1,2	6,25
T (VR)	k	14,7	76,56	16,4	85,42	19,2	100	8	41,67	0	0
T (VR)	m	19,2	100	19,2	100	19,2	100	9,3	48,44	0	0
T (VR)	m	19,2	100	16,5	85,94	19,2	100	0,5	2,6	0,5	2,6
T (VR)	m	13,3	69,27	16,1	83,85	19,2	100	6,4	33,33	0	0
T (VR)	k	14,1	73,44	9	46,88	15	78,13	9,1	47,4	3,9	20,31
T (VR)	k	13,7	71,35	9,8	51,04	15,4	80,21	9,4	48,96	9	46,88
T (VR)	k	16,2	84,38	15,7	81,77	16,7	86,98	9,8	51,04	9,8	51,04

Spørgeskema 3

Forløb 2	Køn	Q1	Q1%	Q2	Q2%	Q3	Q3%	Q4	Q4%	Q5	Q5%
T (VR)	m	18,3	95,31	18,3	95,31	18,5	96,35	18,2	94,79	0,3	1,56
T (VR)	m	0	0	1,5	7,81	0	0	0,7	3,65	0	0
T (VR)	m	19,2	100	19,2	100	19,2	100	0	0	0	0
T (VR)	m	19,2	100	17,2	89,58	19,2	100	19,2	100	0	0
T (VR)	m	11,1	57,81	15	78,13	8,6	44,79	4	20,83	3	15,63
T (VR)	k	17,4	90,63	5,5	28,65	18,3	95,31	18,8	97,92	0,5	2,6
T (VR)	m	13	67,71	12,7	66,15	14,1	73,44	12,7	66,15	11,2	58,33
T (VR)	m	19,2	100	15,9	82,81	18,2	94,79	0,3	1,56	1,4	7,29
T (VR)	k	18,1	94,27	10,7	55,73	18,2	94,79	13,8	71,88	10,5	54,69
T (VR)	k	17,9	93,23	13,5	70,31	19,2	100	12,8	66,67	4,9	25,52
T (A)	k	16,8	87,5	17,7	92,19	16,3	84,9	3,6	18,75	17,5	91,15
T (A)	k	19,2	100	17,8	92,71	19,2	100	17,5	91,15	1,4	7,29
T (A)	k	15,6	81,25	16,5	85,94	16,1	83,85	15,3	79,69	3,8	19,79
T (A)	m	15,8	82,29	10,7	55,73	12,9	67,19	14,7	76,56	5,3	27,6
T (A)	m	19,2	100	17,9	93,23	18,3	95,31	18,6	96,88	0	0
T (A)	k	5,8	30,21	9,3	48,44	6	31,25	10,1	52,6	0,8	4,17
T (A)	m	13,4	69,79	6,7	34,9	11,3	58,85	3,3	17,19	1,8	9,38
T (A)	m	11,9	61,98	12,1	63,02	17,8	92,71	0,9	4,69	4,3	22,4
T (A)	m	19,2	100	19,2	100	15,2	79,17	2,8	14,58	4,3	22,4
T (A)	k	5,8	30,21	10	52,08	6,2	32,29	7,2	37,5	11,5	59,9
T (A)	k	2,3	11,98	13,4	69,79	1,9	9,9	11,2	58,33	1,5	7,81

T (A)	k	2,3	11,98	5,5	28,65	0,6	3,13	5,2	27,08	5	26,04
T (A)	k	8,8	45,83	16,7	86,98	7,4	38,54	9,2	47,92	0,5	2,6
T (A)	m	7,9	41,15	7,4	38,54	6	31,25	7,7	40,1	5,2	27,08
L (VR)	m	17	88,54	16	83,33	18,3	95,31	14,1	73,44	12	62,5
L (VR)	k	19,2	100	19,2	100	19,2	100	16	83,33	0	0
L (VR)	k	19,2	100	15,9	82,81	19,2	100	15,9	82,81	0	0
L (VR)	m	19,2	100	19,2	100	19,2	100	19,2	100	0	0
L (VR)	k	18,8	97,92	17,3	90,1	18,8	97,92	15,6	81,25	3,5	18,23
L (VR)	m	19,2	100	18	93,75	19,2	100	8,1	42,19	5,3	27,6
L (VR)	m	19,2	100	17,5	91,15	19,2	100	5,5	28,65	0,9	4,69
L (VR)	k	19,2	100	18,4	95,83	19,2	100	19,2	100	3,2	16,67
L (VR)	m	17,7	92,19	19	98,96	18,6	96,88	16,4	85,42	2,9	15,1
L (VR)	k	19,2	100	18,5	96,35	18,6	96,88	18,4	95,83	0,5	2,6
L (VR)	m	19,2	100	18,4	95,83	19,2	100	0	0	0	0
L (VR)	m	19,2	100	19,2	100	19,2	100	18,4	95,83	0	0
L (VR)	k	18,5	96,35	18	93,75	19	98,96	16,3	84,9	0,3	1,56
L (A)	m	14,9	77,6	6,5	33,85	12,7	66,15	15	78,13	0	0
L (A)	k	5,5	28,65	7	36,46	10,2	53,13	7,9	41,15	16,6	86,46
L (A)	k	16,3	84,9	12,2	63,54	16,3	84,9	11,9	61,98	9,5	49,48
L (A)	k	0,7	3,65	5,7	29,69	0,2	1,04	6,3	32,81	0,1	0,52
L (A)	k	4,2	21,88	5	26,04	0	0	5	26,04	6,3	32,81
L (A)	k	11,4	59,38	17	88,54	12,8	66,67	18,5	96,35	1,8	9,38
L (A)	k	10,4	54,17	13,2	68,75	9,2	47,92	14,3	74,48	0	0
L (A)	m	7	36,46	9,3	48,44	3,8	19,79	11,8	61,46	2,5	13,02

L (A)	m	3,4	17,71	18,3	95,31	0,8	4,17	0	0	0,7	3,65
L (A)	m	3,4	17,71	9,9	51,56	0,2	1,04	5,1	26,56	5,3	27,6
L (A)	k	19,2	100	18,1	94,27	18,2	94,79	11,3	58,85	0,6	3,13
L (A)	k	3	15,63	12,9	67,19	12	62,5	6,2	32,29	9,7	50,52
L (A)	k	7,5	39,06	13	67,71	7,2	37,5	6	31,25	5,2	27,08

Bilag 7 - Observation og transskriptioner

Hold 1

Deltagere	5 elever
Videofiler	MVI0003.MP4 (v1) / MVI0004.MP4 (v2)
Forløb	Labyrint (analog), Terning (VR)
Observation 1	Eleverne sidder roligt ved bordet og laver opgaven. Der snakkes sporadisk, men generelt er de stille.
Interview 1	
<i>Fortæl lidt om, hvad du lige har lavet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Vi har undersøgt noget - hvad for nogle punkter der ligger på. • [afbryder] Vi har lavet en labyrint.
<i>Fandt du noget, som du synes var interessant eller spændende?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Vi skulle lave en labyrint, finde indgange og udgange og lave mure. • [mig] <i>Er det en sjov måde at arbejde med matematik på?</i> • ja • ja • ja • ja • ja • [mig] <i>Hvad gjorde det sjovt?</i> • At man ikke skal... • [afbryder] ikke alle de der tal der.
<i>Hvad tænker du om denne måde at arbejde med matematik på?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Det var ikke kedeligt • Sådan lidt midt imellem • Fifty/fifty • Jeg synes, der var godt.
Observation 2	<p>v1:19:40 - 19:55 - udbrud - krop skrig</p> <p>v1:20:08 - 21:13 - årh hvad sker der - ens ben ryster helt.</p> <p>v1 22:15 - 22:19 - jeg kan se ind i min hånd.</p> <p>v1:27:38 - 28:15 - Elev bygger</p> <p>v2:4:25- :man føler bare... og så falder man ned i det</p>

	der hul (Viser med armene hullets størrelse)
Interview 2	
<i>Fortæl lidt om, hvad du lige har lavet</i>	<ul style="list-style-type: none">• Vi har spillet minecraft
<i>Fandt du noget, som du synes var interessant eller spændende?</i>	<ul style="list-style-type: none">• Ja, man kan flyve
<i>Hvad tænker du om denne måde at arbejde med matematik på?</i>	<ul style="list-style-type: none">• Dårligt• Megagodt• Hvis du nu ikke fik ondt i øjne, ville du så synes det var godt?<ul style="list-style-type: none">○ ja
Noter	Elev kunne ikke være i VR - han fik det omgående skidt og måtte derfor arbejde med forløbet Terning (analog).

Hold 2

Deltagere	4 elever
Videofiler	MVI0005.MP4 (v3), MVI0006.MP4 (v4), IMG_7981.m4v (v9), IMG_7983.m4v (v10)
Forløb	Labyrint (analog), Terning (VR)
Observation 1	Sidder og arbejder hver især i stilhed. Koncentreret om om opgaven. Til sidst bytter Maja og Natasha labyrinter og ser på hinandens løsninger og drøfter dem.
Interview 1	
<i>Fortæl lidt om, hvad du lige har lavet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Vi har siddet og lavet en labyrint, som vi skulle lave så indviklet som overhovedet muligt.
<i>Fandt du noget, som du synes var interessant eller spændende?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Nej
<i>Hvad tænker du om denne måde at arbejde med matematik på?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Jeg synes den var sjov • [mig] <i>Hvorfor var den sjov?</i> • fordi man selv får lov til at - det går man også normalt men... • halvåben opgave. • [mig] <i>Så der er ikke noget svar på forhånd - det er det, der er sjovt ved den?</i> • ja • [nikker bekræftende]
Observation 2	<p>Eleverne kommunikerer løbende om opgave og oplevelser internt.</p> <p>v3:24.21-24.38: Benjamin bygger med hele kroppen og siger lyde, mens han sætter blokkene.</p> <p>v3:24.30-24.36 Maja (flyver) - ej det er uhyggeligt det her - jeg ved jo godt jeg står på jorden. (Lader sig falde ned og småhviner/-griner) - det kilder i maven.</p> <p>v3:24.36 Tro mig, det gjorde det også første gang ved mig.</p> <p>v3:25.44 Jeg står på en sky</p> <p>v3:26.00-26.10 Drejer om sig selv og stepper/hopper på stedet. Elev har stukket hovedet ind i en byggeblok for at se, hvordan den ser ud indeni.</p> <p>v3:27:50- Elev undersøger og udfylder skema - elev tæller!</p> <p>v3:33.49-33.52 Elev går i knæ.</p>

	<p>v4:02.43 Elev:prøv at bure dig inde - så er det mega sjovt, så er det flot.</p> <p>v4:04.10-04.36 - Elev hopper. Så gør anden elev det samme - det er sjovt - vidste I godt, at man kan hoppe i virkeligheden.</p> <p>v9:Elev bygger med tale og bevægelse og et enkelt hvin.</p> <p>v10:Elev hopper</p> <p>Elev hjælper de andre, når de spørger.</p>
Interview 2	
<i>Fortæl lidt om, hvad du lige har lavet</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● Vi har været inde i minecraft ● Så skulle vi bygge sådan nogle kuber ● Først en og så med to og så skulle vi doble op og op og op [v4:11.08 - viser med arme/krop]
<i>Fandt du noget, som du synes var interessant eller spændende?</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● ja ● [mig] <i>Hvad fandt I ud af?</i> ● man fandt ud af, hvordan man kunne klare det hurtigere. ● [mig] <i>Hvordan fandt du ud af, at man kunne klare det hurtigere?</i> ● Jeg fandt også ud af, at hvis man burer sig inde - så bliver det rigtig flot. [viser med arme og krop, hvordan det lyser op] ● Jeg fandt ud af, at man kunne hoppe
<i>Hvad tænker du om denne måde at arbejde med matematik på?</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● God ● Den er så sjov ● Det er ikke alle, der kommer til at opleve det, fordi det måske er sådan en lidt dyr oplevelse.
Noter	På vej hen til bordet for at svare på spørgeskema, deler eleverne engageret erfaringerne med hinanden.

Hold 3

Deltagere	3 elever
Videofiler	MVI_0007.MP4 (v5), IMG_8017.m4v (v19), IMG_8018.m4v (v20)
Forløb	Labyrint (VR), Terning (analog)
Observation 1	<p>v5:02:40 - ej, jeg står oppe i luften, fuck hvor er det creepy.</p> <p>v5:02:50 - ej hvor er det vildt [hopper] der ligger en arm lige der.</p> <p>v5:09:30 - jeg går igennem væggen - det er faktisk rigtigt sjovt.</p> <p>v5:10:45 - Elev - altså hvis matematiktimerne var sådan her, så havde jeg glædet mig til det hver gang.</p> <p>v5:16:00 - ah jeg føler, at jeg står og falder.</p> <p>v19:01:15:Elev undersøger med kroppen og griner.</p> <p>v20:00:28:Elev:Årh jeg føler jeg står og falder i virkeligheden.</p> <p>v20:00:50 - lidt tekniske udfordringer med håndsæt. Eleverne arbejder generelt meget koncentreret og fokuseret med opgaven.</p>
Interview 1	
<i>Fortæl lidt om, hvad du lige har lavet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Vi har lavet sådan noget VR [griner] • Vi skulle prøve at lave en labyrint. Det var ret sjovt. Vi kunne godt have brugt lidt mere tid, men vi brugte allerede 25 minutter, så det er sådan lidt. • Jeg synes - hvis man havde det på den her måde så ville matematiktimerne gå meget hurtigere. Jeg synes de varer sådan ret lang tid. • Ja - jeg sidder tit og keder mig. og så får jeg ondt i pulsen af det. • Nå - men vi skal forklare om det vi lige har lavet. • Så i stedet for at sidde og lave sådan nogle opgaver så er det federe sådan • At kunne se det for sig i virkeligheden. • Og så er man jo også på en måde lidt aktiv, når man står og sårn [viser med arme, hvordan man bevæger sig]. • Ja og at man ikke laver noget, som er sådan normalt på papir eller noget, men så er det faktisk som om at man på en måde kan røre det, selvom man ikke rigtig kan

<p><i>Fandt du noget, som du synes var interessant eller spændende?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Jeg synes det var meget sådan spændende at man sån det var sårn WHAT, fordi man stod i starten var man bare sådan [Viser med arme] oven på de der blokke og så man falder ned [Viser/vælter med kroppen]. Og så var man sådan - nej det gør jeg ikke. • I starten var det lige lidt underligt når man fik armene på og sådan agtigt. Men så vendte man sig til det og det var meget sjovt. Og jeg ville godt have blevet færdig. • Det ville jeg også. • Det ville jeg også - og jeg har faktisk prøvet det en del gange før og jeg elsker det stadigvæk - det er sjovt.
<p><i>Hvad tænker du om denne måde at arbejde med matematik på?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • ja • ja ja ja rigtig meget. • Det kunne være fedt • Vi skulle da få et helt VR-rum! Vi kunne bare lave gymnastiksalen om til en masse forskellige rum med VR - 5x5 meter eller sådan noget og så er der bare sådan lige 50 af dem eller noget ... • Det ville nok være lidt dyrt bygge. • jaaa - men hvis man tænker på at det nu kunne lade sig gøre . det kunne være meget sjovt. • Jeg synes det er meget sjovere, Fordi hvis vi havde matematik på den her måde, så tror jeg, at jeg lærte mere, for så synes jeg det er mere sjovt, synes jeg. I stedet for - hvis jeg bare lavet noget på papir som jeg synes er kedeligt, så kan jeg aldrig huske det bagefter. Men hvis jeg gjorde det her [viser med hænder] så har man sådan en oplevelse med det og så ville jeg nok bedre kunne huske det, tror jeg. • Samme her - så ville jeg være meget mere aktiv i timerne • Så ville man være mere interesseret i at lære det og sårn. I forhold til papir, der sidder man bare og tænker sådan Årh. • Ja, så er man sådan - det skal bare laves. Men tit så er det sårn - ej jeg magter ikke matematik, men hvis det var sådan her så ville man bare være sådan - vi skal til matematik, skynd jer derned, sådan så vi kan nå det, ik. • ja,

	<ul style="list-style-type: none"> • ja, og så gad vi ikke komme for sent, fordi det er sjovt.
Observation 2	Der er ikke en video af observationen
Interview 2	
<i>Fortæl lidt om, hvad du lige har lavet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Vi skulle bygge nogle cubes ud af centicubes og så skulle vi regne rumfanget ud og sidelængder. • Vi skulle egentlig ikke regne sidelængderne det.
<i>Fandt du noget, som du synes var interessant eller spændende?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Nej, ikke rigtig. • Det er sådan mange af vores matematiktimer er. Det er derfor det er lidt kedeligt, synes jeg. • Altså vi har lavet sådan noget lignende før [laver suk] og det er ikke så interessant, synes jeg.
<i>Hvad tænker du om denne måde at arbejde med matematik på?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Det er kedeligt. • Man sidder hele tiden og laver ikke andet end at lave figurer og regne ud. • Og hvis man godt kan det hovedet, så er det måske sådan lidt..

Hold 4

Deltagere	4 elever
Videofiler	MVI_0008.MP4 (v6), IMG_8024.m4v (v21), IMG_8026.m4v(v22)
Forløb	Terning (analog), Labyrint (VR)
Observation 1	Der er ikke lavet en videooptagelse af denne
Interview 1	
<i>Fortæl lidt om, hvad du lige har lavet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Vi lavede noget med nogle centicubes • Rumfang • ja, rumfang • Kuber • ja, kuber
<i>Fandt du noget, som du synes var interessant eller spændende?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • ja, at man kan kan gange overfladen med sådan de andre (viser med hænderne) [hun mener antallet af centicubes i hvert lag ganget med antallet af lag] • Altså hvis man skrællede et lag af, så var det det samme lag nedenunder
<i>Hvad tænker du om denne måde at arbejde med matematik på? (kan I godt lide at arbejde med matematik på den her måde?)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ja, • Ja jeg kan nok bedre lide det her end det normale, altså hvor man bare får skrevet nogle regnestykker ned og så skal man regne dem. Jeg kan bedre lide den her måde • [MIG] Hvorfor kan I bedre lide den her måde? • Det er sjovere • Man får lov at sidde med nogle centicubes i stedet for med en blyant i hånden hele tiden. • Jeg synes nogle gange - men ikke hele tiden - så ville jeg nok også blive træt af det. • Ja, til sidst ville det nok blive lidt kedeligt. Så blev det nok en vane bare at sidde og bygge hele tiden. • Det skal varieres • Det skal være en blanding, så hvis man bliver træt af noget, så kan man lave noget andet.
Observation 2	Eleverne taler meget under forløbet. God bevægelse og mange udbrud. Alle drejer ofte omkring sig selv.

	<p>v6:14.32 - Åh det er sjovt. v6:15:00 - prøv at se, hvad jeg har lavet. v6:15:00 - det var sjovt - ja, det var megasjovt. v21:00:10 - [I skal til at tage headsættene af nu] - Nej, nu kan jeg jo lige finde ud af det! [Snak] Årh det var sjovt - prøv at se, hvad jeg har lavet - [eleverne går rundt og ser på hinandens konstruktioner.] Det var sjovt. Ja, det var hygge, ja det var megasjovt. Det er som om man føler at man ...</p> <p>[Før interview to] Eleverne skal udfylde - spørgeskemaer, og oplevelsen fylder, så de snakker meget. og har kroppen med. Elev vil udvide skalaen og gør det.</p> <p>De kan slet ikke lade være med at snakke og evaluere.</p> <p>Jeg glæder mig til matematik? JAR MAND!</p> <p>v21:03:01 - [Ville i have mere mod på at byde ind?] Ja det tror jeg - helt sikkert.[NOTE, igen!]</p>
Interview 2	
<p><i>Fortæl lidt om, hvad du lige har lavet</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Det var meget sjovt, • Ja men vi har lige lavet minecraft • Med vr-briller på [viser med hænderne ved øjnene], hvor man følte at man var rigtig inde i Minecraft - og jeg kom til at gå ind i bordet [griner], fordi jeg lige skulle vende mig til, hvordan knapperne sidder. • Jeg synes det var megasjovt. Det var bare vildt ubehageligt at falde - altså bare stå stille. • Det var også ulækkert at dreje • [Afbryder] og komme ned at stå. • [Afbryder] at man gik og var oppe i luften og så lige pludselig faldt ned og så WOW [vugger med kroppen og viser hvordan] • Ja, så fik man sådan et helt chok-agtigt. • Jeg blev fanget inde i labyrinten. • Og jeg gik forkert i labyrinten. • Jeg prøvede slet ikke hans labyrint - jeg kom til at smadre den [griner] • Det gjorde jeg også - det var et uheld. • Hvis man kunne bygge en vej ud. • Det er meget nemmere bare at sætte ild til den med en fakkell.

	<ul style="list-style-type: none"> ● Ku du godt sætte ild til den - det kunne jeg ikke lige finde ud af. ● Altså det var fuldstændig anderledes end ipad - fuldstændig ● [hvordan var det anderledes] ● Altså man stod med det i hånden ● Når man selv står med det, så er det sådan lidt nemmere. ● Jeg synes, det var sværere - man skulle vende sig til knapperne. ● Det er nok fordi vr- det er jo ikke alle, der har det. ● Jeg gad godt have det derhjemme. Det kunne være meget fedt.
<p><i>Fandt du noget, som du synes var interessant eller spændende?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ● [Hånd hurtigt op] Det var meget spændende at lave labyrinter, fordi det er faktisk meget sværere end det lyder. ● Ja, det er rigtigt, synes jeg. ● Det var svært at lave alle de der veje, hvor man kunne gå forkert og sådan noget. ● Først ville jeg starte med at bygge selve omkredsen af min labyrint. Det gik sgu ikke så godt [griner] og så måtte jeg begynde forfra.
<p><i>Hvad tænker du om denne måde at arbejde med matematik på?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Jeg tror det ville blive sjovt, men skolen har jo ikke nok til alle ● Ja ● Ja ● Ja, altså jeg ville da blive glad for matematik, hvis man arbejdede på den her måde. Hvis jeg skal sige det lige nu, så er jeg ikke den største matematik... ● [afbryder] professor-agtig? ● [fortsætter] jeg er ikke, jeg synes,.. matematik, det interesserer mig bare ikke så meget. Men hvis nu det ville blive - altså hvis man skulle arbejde med matematik på den her måde, så ville det nok være lidt federe og sjovere. ● Ja ● og mere samarbejdsvilje.
<p>Noter</p>	<p>Eleverne i dette hold responderede meget positivt på begge forløb.</p>

Hold 5

Deltagere	4 elever
Videofiler	IMG_8005.m4v (v11), IMG_8006.m4v (v12), IMG_8008.m4v (v13), IMG_8009.m4v(14)
Forløb	Labyrint (VR), Terning (analog)
Observation 1	v11: 00:55:[høj stemmeføring] nej nu begynder det at regne - det er lidt forvirrende. Eleverne arbejder meget koncentreret med deres labyrinter. v11:01:32:Elev udforsker muligheder med håndkontrollerne. v12:00:37:Elev finder ud af, at man kan svinge controllerne.
Interview 1	
<i>Fortæl lidt om, hvad du lige har lavet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Vi har lavet sådan et VR med sådan briller og så minecraft, hvor vi skulle bygge en labyrint. • Vi skulle bygge en labyrint i virtual reality
<i>Fandt du noget, som du synes var interessant eller spændende?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • At hoppe ned fra høje steder [smilende] • ja, • [Mig]Hvorfor var det sjovt • Fordi når man landede [viser med armene] så blev man helt bange • [MIG]Så man kunne simpelthen mærke det? • Det føltes som om det var virkeligheden • Jeg fik helt ondt - min ben begyndte at ryste. • Det var fordi du følte, at du var oppe i luften. • Det var også sjovt - det var en anderledes måde at gøre tingene, fordi man følte mere, at man var inde i Minecraftverden.
<i>Hvad tænker du om denne måde at arbejde med matematik på?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Det er ret sjovt • Megafedt • Megafedt! • Jeg kunne godt lide det, fordi det føltes som om minecraft var mere virkeligheden og ikke bare et computerspil
Observation 2	v13: Sidder koncentreret ved bordet og bygger kuber med centicubes. Brokker sig over, at de er lidt svære - "De knækker hele tiden". "Jeg tror ikke, at jeg har gjort det her rigtig". v14: "Amen hvor er det her irriterende". Taler sammen

	om opgaven.
Interview 2	
<i>Fortæl lidt om, hvad du lige har lavet</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● Vi har lavet kuber ud af centicubes ● firkanter ● kuber ● kvadrater ● Og så skulle vi se, hvad deres rumfang var ● og fordoble sidelængde
<i>Fandt du noget, som du synes var interessant eller spændende?</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● Det er lidt sværere end man regner med. ● OG det er også - så kan man mere - i stedet for at få et regnestykke, så kan man mere sådan prøve at se, hvordan det er - end at bare få det at vide. ● prøve selv at lave det.
<i>(Hvad tænker du om denne måde at arbejde med matematik på?) Fik spurgte: "Kan I godt lide at arbejde med matematik på den her måde" i stedet.</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● ja ● ja ● Jeg kunne bedre lide VR. ● Det kunne jeg også ● Det kunne jeg også ● Men det er stadig sjovere end det normale matematik. [De andre nikker enige]

Hold 6

Deltagere	4 elever
Videofiler	MVI_0009.MP4 (v7), IMG_8028.m4v (v23), IMG_8035.m4v(v24),IMG_8036.m4v(v25)
Forløb	Terning (analog), Labyrint (VR)
Observation 1	v23: Eleverne arbejder koncentreret med centicubes - de snakker undervejs om arbejdet og om udregninger og matematik.
Interview 1	
<i>Fortæl lidt om, hvad du lige har lavet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Vi har lavet kober med centicubes • Og så skulle v fordoble sidelængden og det gav så, at det tidligere svar, det skulle man gange med 8. <p>[Eleverne er meget stille]</p>
<i>Fandt du noget, som du synes var interessant eller spændende?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ja, at hver gang så skulle man bare gange rumfanget fra sidste resultat med 8.
<i>Hvad tænker du om denne måde at arbejde med matematik på? (kan I lide at arbejde med matematik på den her måde?)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • ja • ja • mmm nja • [Hvad kan I godt lide ved det] • Jeg synes det er sjovere, end hvis man bare sidder og skriver med en blyant. • Vi laver også lidt computere • Men også bare hvor man sidder og skriver.
Observation 2	<p>v7:01.30 Ej jeg faldt ned i et hul (begejstret)</p> <p>v7:05.00 - Elev bruger kroppen, dukker sig.</p> <p>v7:0620 - Elev leger supermand.</p> <p>v7:10.04 - jeg føler hele tiden jeg er sådan...(forsvinder i larm)</p> <p>Elev får bygget en ret flot labyrint.</p> <p>Eleverne gider ikke rigtig stoppe, og snakker sammen på vej over til bordet om oplevelsen - om at falde ned.</p>
Interview 2	
<i>Fortæl lidt om, hvad du lige har lavet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Vi byggede i virtual reality og jeg var [banker i bordet] NÆSTEN færdig med min labyrint.

	<ul style="list-style-type: none">• Det var sjovt.• Det var faktisk rigtig fedt, fordi det var en ny måde. Hvis man for eksempel tog matematik ind i det, så var det en ny måde at lære på.• [Hvorfor siger du det]• Fordi normalt det vildeste vi har, det er nok fysisk aktivitet med matematik - det her, der er meget federe.
<i>Fandt du noget, som du synes var interessant eller spændende?</i>	<ul style="list-style-type: none">• ja, ja, man kunne slå ting.• Altså man følte virkelig, at man var derinde.• ja• Man kunne virkelig lege supermand. [Arthur fik også bygget en ret flot labyrint]• Nogle gange når jeg faldt, når jeg flyttede mig, så føltes det som om jeg faldt. Det var ikke sjovt - og så forsvandt mine arme hele tiden fra mig [tekniske problemer]
<i>Hvad tænker du om denne måde at arbejde med matematik på?</i>	<ul style="list-style-type: none">• Det er sjovt• ja ja.• Man kunne finde så mange forskellige måder at putte viden og matematik ind, som er rigtig sjove.• Meget sjovere, fordi så kan man bruge sin krop og prøve tingene i stedet for at sidde og skrive noget ned.

Hold 7

Deltagere	5 elever
Videofiler	IMG_8044.m4v(v30), IMG_8045.m4v(v31)
Forløb	Terning (VR), Labyrint (analog)
Observation 1	<p>v30:udbrud og gisp.</p> <p>v31:01:18:bygger og bevæger sig og tæller blokke.</p> <p>v31:04:40:Tager brillerne af et øjeblik - øjnene klør</p> <p>v31:05:40:bygger 8x8-kuber [NOTE flot oversigt over kuber]</p> <p>v31:06:45:Er i gang med 16x16 - viser oversigt.</p> <p>v31:07:00: Elev "dør" under skrig og råb i minecraft, hvilket fra ret sjovt</p> <p>Eleverne arbejder ret koncentreret med opgaven.</p> <p>Eleverne gider ikke slutte - de vil altså godt lige være færdige først.</p>
Interview 1	
<i>Fortæl lidt om, hvad du lige har lavet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Vi har lige spillet minecraft i vr • Og det var vildt sjovt. • Vi har lige bygget kuber i minecraft. • Jeg fandt ud af, hvordan man døde i kreativ - det vidste jeg ikke, at man kunne.
<i>Fandt du noget, som du synes var interessant eller spændende?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Man kan ikke se sig selv og det er virkelig underligt. Hvis man kigger ned, så er der ikke noget [viser og taler med kroppen] • Der kommer nogle gange flyvende arme forbi en. Det var bare mega mærkeligt. • På et tidspunkt, så stod der en TNT-blok foran mig. Jeg havde ikke sat den og havde det ikke på mit lager
<i>Hvad tænker du om denne måde at arbejde med matematik på?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Det er vildt spændende • [I munden på hinanden] Det er sjovere • Men det ville være kedeligt, hvis man bare stod der alene. Det er sjovt, når man kan snakke med hinanden. • ja • [Hvad gør det sjovere] • At man ikke bare skal sidde med lortepapirarbejde og ikke kan finde ud af det. • Det er anderledes.
Observation 2	Der er ingen videoobservation af denne

Interview 2	
<i>Fortæl lidt om, hvad du lige har lavet</i>	<ul style="list-style-type: none">• Vi har lavet vores egen labyrint.
<i>Fandt du noget, som du synes var interessant eller spændende?</i>	<ul style="list-style-type: none">• [i munden på hinanden] nej - øh• Altså labyrinten var ok spændende, fordi der var brede rammer i forhold til hvad vi plejer at lave i matematiktimerne• Jeg synes ikke, det var så spændende.
<i>Hvad tænker du om denne måde at arbejde med matematik på? Kan I lide at arbejde med matematik på den her måde?</i>	<ul style="list-style-type: none">• nej, nej• Det er mere spændende end matematiktimerne.• Mere spændende end de rigtige timer• Det kommer lidt an på, hvad man laver. Nogle gange sidder man og laver pissesvære gangestykker og andre gange plusser.

Hold 8

Deltagere	3 Elever
Videofiler	MVI_0011.MP4 (v8), IMG_8037.m4v(v26), IMG_8038.m4v (v27), IMG_8039.m4v(v28), IMG_8040.m4v(29)
Forløb	Terning (analog), Labyrint (VR)
Observation 1	Eleverne sidder stille og arbejder koncentreret med centicubes. Der er ikke meget dialog mellem dem.
Interview 1	
<i>Fortæl lidt om, hvad du lige har lavet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Vi har siddet og bygget kuber af centicubes • og så skulle vi fordoble sidelængden og regne rumfanget ud. • Vi har bygget firkanter ud af centicubes og fordoblet størrelsen
<i>Fandt du noget, som du synes var interessant eller spændende?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ja, at man hver gang man fordobler sidelængden, så ottedobler man rumfanget.
<i>Hvad tænker du om denne måde at arbejde med matematik på?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • ja ja ja • [Hvorfor det] • Fordi det er sjovt og spændende • Ja, og så har man også noget at gøre, i stedet for bare at sidde og skrive hele tiden.
Observation 2	v8:Eleverne kommunikerer meget lidt om det, de laver. Andreas og Lærke arbejder meget koncentreret med opgaven. De bevæger sig rundt konstant. v27:00:00- Elev laver nærmest en dans og arbejder fysisk med håndkontrollerne. v28:00:55 - Elev fik det dårligt i VR!
Interview 2	
<i>Fortæl lidt om, hvad du lige har lavet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Vi har lige spillet minecraft inde i virtual reality og der skulle vi så bygge en labyrint.
<i>Fandt du noget, som du synes var interessant eller spændende?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Det var meget spændende sådan at være inde i minecraft • Jeg synes det var anderledes og det var også virkelig mærkeligt, at det ikke var hvor man kiggede hen, men hvor man havde armen, hvis

	man trykkede og bare havde armen - altså hvis man var højt oppe og bare trykkede.
<i>Hvad tænker du om denne måde at arbejde med matematik på?</i>	<ul style="list-style-type: none">• Det var rigtig sjovt.• Det var sjovt, men jeg er ikke sikker på, at man ville lære så meget af det.• [Hvorfor siger du det]• pga. at man mest af alt bare tænker på at man bare spiller.• det her var jo bare frit udover at man skulle bygge en labyrint - man kan sagtens lave matematik i minecraft.• [nikker enig]

Hold 9

Deltagere	4 elever
Videofiler	IMG_8011.m4v (v15), IMG_8012.m4v (v16), IMG_8014.m4v (v17), IMG_8015.m4v (v18)
Forløb	Labyrint (VR), Terning (analog)
Observation 1	v15: 00:39 Ok - nu er jeg gået helt ned [Computeren er frosset] v15:00:41[Udbrud fra anden elev] WOW v16:00:30:Eleverne kommunikerer om opgaven. Eleverne arbejder meget koncentrerede og fokuseret på opgaven. v16:03:45:hvis du kigger på oversiden af dine minecrafthænder, så er de helt lyse, men hvis du vender dem om. v16:03:45:Elev sidder på gulvet - fordi hun får ondt i nakken af at kigge for meget ned.
Interview 1	
<i>Fortæl lidt om, hvad du lige har lavet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Årh mit hoved er ørt. • Jeg bliver søsyg • Jeg får det også lidt dårligt. • Jeg har mest ondt i nakken. • De tynger ret meget [Brillerne] Også fordi man skal kigge så meget ned, når man flyver. • Vi har lavet en labyrint • i Minecraft med VR • Ja, Vive-craft • Og ehm - vi skulle - ja bare lave en labyrint som vi havde lyst til - ja så vi har lavet en labyrint.
<i>Fandt du noget, som du synes var interessant eller spændende?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Det var sjovt at bruge VR • Man skal bevæge hovedet meget • Jeg opdagede ikke noget nyt, fordi jeg egentlig var mest tændt på at få den der labyrint færdig, fordi du sagde, at vi ikke havde så lang tid - men jeg nåede det IKKE. • Jeg opdagede, at man kunne bevæge armene [viser med armene] meget mere - altså i stedet for at man bare står lige som i normalt minecraft. Og det var også meget sjovere.
<i>Hvad tænker du om denne måde at arbejde med matematik på?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Sjovt • Det er sjovt • Sjovt

	<ul style="list-style-type: none"> • Jeg tror, at jeg lærte noget, men jeg ved ikke rigtig hvad jeg lærte. Jeg lærte måske at gøre det systematisk. Det er måske også lidt godt fordi jeg er ikke så .. jo jeg er god til at gøre det systematisk, men det er der nogen, der ikke er. Man var nødt til at gøre det systematisk for ikke at ende med en labyrint, man ikke kunne komme ind i. • Ligesom med papirarbejde, så bliver nok også sådan lidt kedeligt, hvis man skulle gøre det sådan hver gang • Det synes jeg ikke • Jeg tror ikke - jeg tror der går noget længere tid, før det bliver kedeligt, fordi man kan så meget forskelligt
Observation 2	<p>Sidder og bygger centicubes og småsnakker om ting, der ikke giver meget mening i sammenhængen - bare tomgangssnak. Skal man bygge dem, spørger en. Hvorfor kan man ikke bare skrive det ned - det er 20 gange nemmere.</p> <p>v(18) Elev(k) sidder og regner - i v(17) er drengene lige blevet enige om, at hun ikke har nogen hjerne . i sjov, men Elev(k) er med på den.</p>
Interview 2	
<i>Fortæl lidt om, hvad du lige har lavet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Vi har lige beregnet rumfanget af centicubes. • Vi har lavet kasser ud af dem. • Og så fordoblede vi sidelængden hver gang • [MIG] Hvad skete der med rumfanget, når man fordobler sidelængden • Elev(k): Det bliver 8 gange større [og det havde hun selv fundet ud af som den eneste ved bordet!]
<i>Fandt du noget, som du synes var interessant eller spændende?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Det var meget sjovt at lave
<i>(Hvad tænker du om denne måde at arbejde med matematik på?) Kan I godt lide at arbejde med matematik på den her måde</i>	<ul style="list-style-type: none"> • ja • mm • Det er sjovt • Ja, jeg synes det er meget sjovt. • At man selv skal bygge det, at det ikke bare er papirarbejde. • Man laver noget fysisk

- | | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none">• Det er også nemmere at have det foran sig.• Hvor man ikke kun skal bruge hovedet.• Der har jeg det lige omvendt - jeg synes det er nemmere bare i hovedet. Meget nemmere. |
|--|---|

Hold 10

Deltagere	4 elever
Videofiler	IMG_8047.m4v (v32), IMG_8049.m4v (v33),
Forløb	Terning (VR), Labyrint (analog)
Observation 1	<p>Eleverne bygger koncentreret deres kuber</p> <p>v32:02:16:Ej, jeg føler jeg står oven på de her klodser [mærker efter med fødderne]</p> <p>v32:04:10:Bygger med armene strakt/god bevægelse.</p> <p>v32:04:46:Jubeludbrud.[mestring, jeg kunne]</p> <p>v32:06:15:tæller blokke</p> <p>Eleverne kommunikerer om opgaven - hvad har du lavet?</p> <p>v32:08:24: Det er ligesom en sækkevogn. Du står stille, men du kører stadig.</p> <p>v32:08:30: Har I prøvet at falde ned vildt højt oppe fra?</p> <p>v32:08:38: Skrig - ej ej jeg kan ikke lide det - jeg får køresy- nej flyvesyge [falder ned og går i knæ]</p> <p>v32:09:34: Bygger godt og stærkt - godt klip. [mellemsnak] Jeg tænkte bare, da jeg fløj ned, at jeg ville få ondt i fødderne. det var en helt anden verden.</p>
Interview 1	
<i>Fortæl lidt om, hvad du lige har lavet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Vi har spillet minecraft og bygget forskellige blkke i forskellige størrelser • I sådan noget vr • Og haft det megasjovt. • Ja, det var ret sjovt • De var megastore, de blokke. • Man skal bare lige lære det lidt først • Det var lidt forvirrende. • Hvis man lige pludselig gik rundt, så skulle man styre med den ene hånd • Man føler hele tiden, at man er i en anden verden. men man står jo her så hvis man er oppe at flyve så føler man ej - lige om lidt så falder jeg ned og slår mine fødder rigtig meget.
<i>Fandt du noget, som du synes var interessant eller spændende?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Det er i hvert fald sjovere end det andet matematik. • Ja noget af det. Ret meget. Fordi du er mere aktivt i stedet for bare at sidde og skrive. • Ja, man er mere aktiv.

<i>Hvad tænker du om denne måde at arbejde med matematik på?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • ja, ja. Det er rigtig godt.
Observation 2	v33: Eleverne arbejde helt stille med deres labyrinter. de taler ikke sammen overhovedet.
Interview 2	
<i>Fortæl lidt om, hvad du lige har lavet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Vi har lavet en labyrint • Ja på papir - et ternet stykke papir • Vi skulle bare lave labyrint. lave blindgyder i dem og så ... • Det var ikke særligt sjovt • nej • Det var faktisk ret kedeligt. • Bare sidde - det er sjovere med VR. • Ja, meget sjovere
<i>Fandt du noget, som du synes var interessant eller spændende?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • nej, nej. • Der var ikke så mange, der sagde noget, så det var ret kedeligt. Så sad man bare der. • Så at lave den der labyrint - det var ret kedeligt.
<i>Hvad tænker du om denne måde at arbejde med matematik på?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Nej, nej, nej,

Hold 11

Deltagere	4 elever
Videofiler	IMG_8060.m4v (v34), IMG_8061.m4v(v35), IMG_8062.m4v (v36)
Forløb	Labyrint (analog), Terning (VR)
Observation 1	Der er ingen observationsvideo af denne. Eleverne sad helt stille og arbejdede koncentrerede som de foregående havde gjort.
Interview 1	
<i>Fortæl lidt om, hvad du lige har lavet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Øh - en labyrint.
<i>Fandt du noget, som du synes var interessant eller spændende?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Øh - [stilhed - latter] • Nej
<i>Hvad tænker du om denne måde at arbejde med matematik på?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja, jeg tror det ville være sjovere end normalt • Fordi så sidder man ikke bare og regner et stykke • man sidder og koncentrerer sig.
Observation 2	<p>v34:00:57: Elev flyver med lyd og udbrud og grin. Eleverne arbejder koncentreret med opgaven.</p> <p>v35:02:00: jeg synes det her er ret uhyggeligt. Eleverne taler sammen om opgaven. Det er mega nice.</p> <p>V35:02:50: Opgaveløsning. Elev beder om at få skrevet resultat ned.</p> <p>v36:00:01: prøv at gå, det er mega grineren. Eleverne får besked på, at vi er færdige, men har ikke lige lyst til at stoppe.</p> <p>"jeg vil ikke ud".</p> <p>v36:03:05:Jeg er blevet god til det [glad] Jeg blev næsten færdig og manglede kun toppen</p>
Interview 2	
<i>Fortæl lidt om, hvad du lige har lavet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Vi har været inde i minecraft • og så har vi bygget nogle kuber • Det skulle så være hvor man satte en kube - og så skulle man fordoble hele tiden.

<i>Fandt du noget, som du synes var interessant eller spændende?</i>	<ul style="list-style-type: none">● Ja, man kunne komme helt op i himlen det var sjovt - og så lige ryge ned igen - det var virkelig sjovt.
<i>Hvad tænker du om denne måde at arbejde med matematik på?</i>	<ul style="list-style-type: none">● den er rigtig sjov● ja● spændende● [hvad gør det spændende]● Man kan hele tiden lave noget nyt● og man ikke bare sidder på en stol og regner.

Hold 12

Deltagere	3 elever
Videofiler	IMG_8063.m4v (v37), IMG_8064.m4v (v38), IMG_8065.m4v(v39)
Forløb	Terning (VR), Labyrint (analog)
Observation 1	<p>Eleverne arbejder koncentreret med opgaven. v37:02:50:Seier løser opgaven.[NOTE video til eksamen] v37:03:40:Elev er i løsningsmode v37:03:45:Elev finder ud af, at man kan hoppe. v37:05:00: Elev finder ud af, at man kan vælge mange forskellige blokke. og udbryder "ej det føles underligt, som at stå midt i ingenting." v37:05:15:Elev har talt efter og fået nyt resultat. v37: Eleverne taler om det her med at flyve og falde ned - det er helt vildt weird. v38:0:23:Iben har fundet ud af, at man kan flyve som en delfin. v38:01:35:Elev undersøger blokke med hovedet Og anden elev ditto [snak mens de sætter sig over til bordet] Det var underlig - men det var da meget sjovere matematik.</p>
Interview 1	
<i>Fortæl lidt om, hvad du lige har lavet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Vi har lavet kuber, hvor vi skulle finde ud af, hvad rumfanget er. • Nogle gange fløj min hånd væk, så det var lidt svært at bygge noget, når den fløj væk. [viser med krop, hvordan hånd flyver væk] • Men det var meget mere spændende end normal matematik. • Ja, hvor man skal sidde og skrive ned på et papir. • Det skal man også her, men ikke lige så meget. • Nej, men det er mere som - • [afbryder] du laver noget • du prøver sådan næsten at gøre det i virkeligheden. • jeg tror faktisk det kunne være meget federe sådan her og du laver faktisk også rumfanget.

<p><i>Fandt du noget, som du synes var interessant eller spændende?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ● At man godt kan lære matematik i minecraft ● At man kan lære matematik på en anden måde i en anden verden ● Altså det var i hvert fald sjovere det her end hvis vi laver rugbrødsmatematik, som vi kalder det - så det er meget sjovere. ● Men det er meget spændende. Jeg synes det er sjovere end sådan normal matematik ● [hvorfor] ● fordi det er som et spil ● Du prøver det ligesom i "virkeligheden" - du kan flyve og du kan bygge. Hvis man ville gøre sådan noget i virkeligheden, var det enten blevet minimodel eller havde taget pisse lang tid. ● Det er sjovt, det føles som om man selv er der [kroppen er godt med i fortællingen] ● Jeg havde ikke tænkt på at klodserne var så store [viser med hænderne] ● Nej, for når man sidder ved en computerskærmen er de jo mikro, så det er sjovt at se, hvordan det er i virkeligheden. [rynker på næsen og putter virkeligheden i ""] ● Men det er jo næsten virkeligheden når man kigger på det selv. ● Jeg synes, det var sjovere.
<p><i>Hvad tænker du om denne måde at arbejde med matematik på?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ja, ja, helt klart, meget ● Altså hvis man ikke synes det er spændende, så bliver man jo ikke god til matematik, fordi man ikke er interesseret i det.
<p>Observation 2</p>	<p>Ingen observations-video af labyrint</p>
<p>Interview 2</p>	
<p><i>Fortæl lidt om, hvad du lige har lavet</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Vi har arbejdet med labyrint på papir. Hvor vi skulle finde en vej ind i en labyrint, vi selv havde lavet ● det var ikke lige så spændende, som hvis vi havde lavet den i VR. ● Nej. Min var meget indviklet. ● Det var min også. ● Den der kan det godt være, så man ikke rigtig kan finde hoved og hale i det - i VR ville det være bedre.

<p><i>Fandt du noget, som du synes var interessant eller spændende?</i></p>	<ul style="list-style-type: none">● At tegne● Altså du arbejder mere sammen med andre end i VR - men det kan man jo også i VR.● Du bruger nok hjernen lidt mere - man skal jo tænke på, hvordan det kan blive lidt indviklet.● Jeg tror man kan være mere kreativ i VR.
<p><i>Hvad tænker du om denne måde at arbejde med matematik på?</i></p>	<ul style="list-style-type: none">● Jeg tror nok, at jeg ville række hånden mere op i de her timer end i virtual reality, fordi jeg synes det er nemmere at svare på papiropgaver.● Ja, det er sjovt nok.● Nok sjovt i starten, men så bliver det kedeligt.● I VR kan man mere opleve det.● Det er mere en oplevelse at være i VR● Jeg vil sige, at det var megasjovt. Men jeg ville nok også være meget forvirret, hvis jeg skulle lave den der labyrint i VR - så kunne jeg slet ikke finde ud af det.

Bilag 8 - Forældrebrev

Kære forælder og elev

Jeg skriver til jer, fordi jeg i forbindelse med mit bachelorprojekt på UC Syd Haderslev skal gennemføre en række forsøg.

Hvad skal undersøges?

Overskriften for disse forsøg er "Æstetiske læreprocesser og virtual reality i matematik".

Formålet med forsøgene er at undersøge, om eleverne har det, man kalder en særlig oplevelse i forbindelse med brugen af virtual reality.

Helt kort fortalt så lærer mennesker bedst, når læringen er koblet sammen med en oplevelse. Oplevelsen hjælper hjernen til at danne hukommelses-kroge, så man ved at tænke tilbage på oplevelsen erindrer det lærte.

I matematik kan det være svært at skabe disse særlige oplevelser, da nogle elementer er meget abstrakte. Måske er virtual reality en genvej til dette.

Hvordan foregår forsøget?

Forsøget tager ca. en time, hvor eleven skal arbejde med forskellige aktiviteter relateret til matematik. Nogle aktiviteter foregår i virtual reality og andre ved traditionelt arbejde. Alle elever kommer til at arbejde i virtual reality, men på forskellige tidspunkter og i forskellig rækkefølge.

Eleven vil ikke blive målt på sin præstation eller niveau, så alle elever kan deltage og få noget ud af deltagelsen.

I løbet af deltagelsen vil eleven skulle svare på spørgeskema og blive interviewet. Selve arbejdet vil blive filmet.

Kan alle være med?

Alle elever kan i princippet deltage i forsøget. Men enkelte mennesker oplever fænomenet "Virtual reality sickness", som kan minde om køresyge. Det er ikke farligt, men ubehageligt.

Hvis man på forhånd ved, at man får det skidt af at bruge virtual reality, så bør man ikke deltage i forsøget. Hvis elever oplever ubehag undervejs, stopper man selvfølgelig også,

men det sker sjældent. For de fleste er det en meget sjov oplevelse og det er svært at få brillerne af eleverne igen.

Det vigtigste for deltagelse i forsøget er, at eleven har lyst til at være med.

Samtykke

For at eleven kan deltage i forsøget, behøver jeg et samtykke. Alle elever bliver filmet og interviewet undervejs i forløbet.

Film og interview bliver alene brugt til efterfølgende at analysere elevernes respons og reaktioner i forbindelse med arbejdet i de forskellige situationer.

Der kan blive brugt enkelte videosekvenser og billeder i forbindelse med projektet, hvor det giver mening i forhold til at understrege en bestemt observation eller pointe, men eleverne optræder uden navns nævnelser. Billeder og videosekvenser, der bruges i det offentlige projekt, afstemmes forinden med Nordagerskolen.

Ønsker man ikke, at eleven skal optræde på billede eller i videoklip i det offentlige projekt, så undlader man bare at give tilsagn hertil - det har ingen betydning for deltagelsen i selve forsøget.

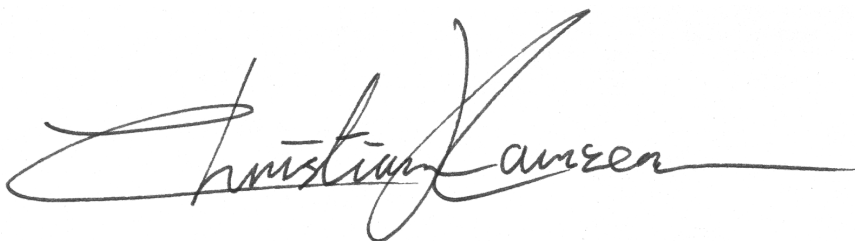
Udover de billeder og videosekvenser, som måtte blive brugt i det offentlige projekt, vil video og lydklip ikke blive lagt tilgængeligt nogle steder på internettet, hverken i lukkede eller åbne fora.

Film og interviews bliver slettet efter brug, med undtagelse af de sekvenser, som indgår i selve projektet.

Spørgsmål

Hvis du/l har spørgsmål, er du/l selvfølgelig meget velkomne til at stille dem. Samtidig stiller jeg selvfølgelig det endelige projekt til rådighed for såvel skole som elever og forældre, skulle man være interesseret i det.

Med venlig hilsen

A handwritten signature in black ink that reads "Christian Hansen". The signature is fluid and cursive, with a long horizontal stroke at the end.

Christian Hansen
Lærerstuderende ved UC Syd, Haderslev

Samtykke til deltagelse i forsøg med virtual reality

Elevens navn og klasse

Forælder/værges navn

Der gives hermed samtykke til at:

Set Kryds:

- Eleven må deltage i forsøget/undersøgelsen, hvor der filmes til internt brug.
- Eleven må også optræde på billeder og i videosekvenser, der offentliggøres i projektet.

Dato og elevens underskrift

Dato og forælder/værges underskrift