

Styrket interesse for naturfag via virtual reality

KL
Resultatrapport



Indholdsfortegnelse

Resumé	2
1. Indledning	3
1.1 Projektets opbygning	4
2. Interesse for naturfag via virtual reality	5
2.1 Undersøgelserbaseret didaktik med virtual reality	5
2.2 Hvad er interesse?.....	6
2.3 Virtual reality og valg af STEM-relevant applikation.....	7
2.3.1 Det endelige undervisningsforløb	8
3. Elevperspektivet: Interesse for naturfag og læringsudbytte	10
3.1 Pilotafprøvning på TekX i Rødovre Kommune	10
3.2 Resultater fra afprøvning på skoler i fem kommuner	10
3.2.1 Interesse for naturfag.....	12
3.2.2 Intentioner om ændret klimaadfærd.....	13
3.2.3 Tro på egen formåen indenfor naturfag.....	13
3.2.4 Læringsudbyttet	14
3.2.5 Intentioner om at beskæftige sig med naturfag	15
4. Lærerperspektivet: Implementering af virtual reality og undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning	17
4.1 Vurderede fordele ved virtual reality	17
4.1.1 Lærernes pædagogiske skøn er et godt pejlemærke	17
4.1.2 Virtual reality er god som appetitvækker	18
4.1.3 Middel til undervisningsdifferentiering	19
4.2 Vurderede forbedringspotentialer og udfordringer ved virtual reality	20
4.2.1 Det skal prioriteres at arbejde med interessestyrkelse i undervisningen	20
4.2.2 Den pædagogiske intention afgør kravene til udstyr	21
4.2.3 Didaktiske og tekniske kompetencer er forudsætning for udbytte.....	21
4.2.4 Lærernes ejerskab er afgørende for elevernes interesse	22
5. Refleksionsspørgsmål til lokalt arbejde med interesse og virtual reality	23
6. Bilag: Kvantitative og kvalitative metoder	25
6.1 Kvantitativ metode for kvasi-eksperimentielt design	25
6.2 Kvalitativ metode for vurdering af implementering	25
7. Referencer	27
8. Bilag	28
8.1 Signifikansniveauer.....	28
8.2 Spørgeskema	28

Resumé



Styrket interesse for naturfag via virtual reality

Formål

En grundlæggende naturvidenskabelig dannelse er central for børn og unge i folkeskolen. Imidlertid tyder flere undersøgelser på, at netop naturvidenskabelige dannelse, interesse og nysgerrighed ikke står mål med de ønsker og behov, der er for fremtiden. Med udgangspunkt i folkeskolelæreres egen praksis, er der i dette projekt udviklet undervisningsforløb med virtual reality. Formålet var at undersøge, om og hvordan virtual reality (VR) kan bruges med henblik på at åbne det naturvidenskabelige område for elever på måder, de ikke er vant til. Tesen har været, at virtual reality kan medvirke til en kultivering af interesse for, hvad naturvidenskab er og kan blandt eleverne.

Fremgangsmåde

Projektet har været forankret i fem kommuner, hvorfra naturfagslærere har deltaget i udvikling af undervisningsforløb og afprøvning af dem. Projektet har været centreret omkring to metodiske principper: Lærerinddragende undervisningsudvikling med workshop og lokal afprøvning som udgangspunkt for undervisningen og kvasi-eksperimentel evaluering af forløbets samlede effekt og virtual reality isoleret. Resultatet af udviklingsarbejdet er et undervisningsforløb på 6 lektioner om klimaforandringer, hvor forløbet indledes med en virtuel ekskursion til Grønland, hvor eleverne i afprøvningen (n=105) oplevede effekterne af klimaforandringer på nært hold. Efter forløbet blev fire af de deltagende lærere interviewet om forløbet.

Konklusioner

På baggrund af evaluering og interviews, kan vi konkludere følgende:

- Umiddelbart efter at have prøvet virtual reality stiger elevernes interesse for klimaforandringer og deres intention om at ændre klimaadfærd. Dog aftager interessen og intention over tid.
- Det udviklede undervisningsforløb havde en positiv effekt på elevernes tro egen formåen indenfor naturvidenskabelig metode, geografi og klimaforandringer. Denne effekt var varig gennem hele undervisningsforløbet, og blev styrket af virtual reality.
- Læringsudbyttet af forløbet var signifikant for alle elever, og virtual reality bidrog særligt positivt til dette.
- Samlet set øgede undervisningsforløbet alle elevers intentioner om at beskæftige sig med naturfag, men uden at virtual reality havde en særlig effekt på dette.
- Lærernes pædagogiske skøn af elevernes udbytte af forløbet og virtual realitets effekt på interesse og motivation stemmer overens med den målte effekt.
- Udbytterig brug af VR forudsætter prioritering af tid til at etablere interesse for det naturvidenskabelige fænomen i forberedelse og afvikling af undervisning.

Begrænsninger

Selvom resultaterne indikerer, at virtual reality har positive effekter, skal resultaterne fortolkes forbeholdent. Dette skyldes, at der er tale om et forholdsvist lille datagrundlag, og at forsøget er gennemført med udgangspunkt i mulighed for lokal tilpasning, hvilket betyder at kontekstuelle forhold (lærerens tilgang, inddragelse af øvrige læremidler, elevgruppen m.v.) må formodes at have påvirket resultaterne.

Anbefalinger

Erfaringerne fra dette projekt kan udgøre et inspirationsgrundlag for fremtidige indsatser, men kan ikke bruges som evidens for effekten af virtual reality isoleret set. Vi anbefaler, at man tilgodeser følgende hensyn, når virtual reality tages i brug med henblik på interessestyrelse i naturfag:

- Overvej og diskutér, hvilket formål det er, virtual reality skal være middel til at opnå – læring, interesse el. noget tredje?
- Prioritér at give lærerne didaktiske redskaber til at arbejde med forskellige muligheder for inddragelse af virtual reality og undersøgelsesbaseret didaktik.
- Gå undersøgende til værks, og begynd teknisk simpelt (fx med VR-briller af karton) og evaluér formativt på, hvordan dette fungerer i undervisningen.
- Gør interesse-styrkelse til en integreret del af undervisningsudvikling, der går forud for begrebsforståelse og eksperimentelt arbejde.

1. Indledning

Styrkelse af børn og unges motivation for at beskæftige sig med og interessere sig for det naturvidenskabelige fagområde i skole og uddannelse er kommet på den politiske dagsorden af flere grunde. For det første er det en central del af arbejdet med elevernes dannelse, at de lærer at forstå, begribe og analysere deres omverden i dens enkelte bestanddele, som naturvidenskaben muliggør – dette gælder alt lige fra klimaudfordringer over genetik til astronomi. For det andet peger flere fremskrivninger på, at fremtidens arbejdsmarked har et større behov for naturvidenskabeligt uddannede kandidater, end der uddannes aktuelt. Løsningen på begge disse udfordringer er tæt forbundet med, at børn og unge får styrket deres interesse og motivation for naturvidenskab i skolen.

Som svar på udfordringerne har den tidligere regering, erhvervslivet, uddannelsesinstitutioner, organisationer og andre aktører i april 2018 givet håndslag på at gennemføre projekter og aktiviteter for at løfte arbejdsstyrkens tekniske og digitale kompetencer og spore flere unge ind på STEM-uddannelser. Det sker igennem Teknologipagten, og et Teknologipagtråd, der er initieret af regeringen. Projektet har indgået partnerskab med Teknologipagten¹.

KL ønsker at bidrage til at understøtte børn og unges motivation og interesse for naturvidenskaberne, science og teknologi. Som et led i dette arbejde, har Epinion og Virtual Learning Lab (Københavns Universitet) på vegne af KL gennemført udviklingsprojektet 'Styrket interesse for naturfag gennem virtual reality'.

Det overordnede formål at været afprøvning af undervisningsforløb med inddragelse af teknologien virtual reality (VR) med henblik på, at undersøge om og evt. hvordan VR kan fungere som en katalysator, der kan styrke elevernes interesse for naturvidenskab og teknologi i undervisning i folkeskolen og at opnå mere viden om, hvad virtual reality kan, og hvad der kan udfordre brugen af det.

Tesen for projektet har været, at interessen for emnet skal triggere tidligt i et undervisningsforløb, for at elevernes motivation og dedikation etableres og vedholdes. Netop virtual reality tilbyder teknisk nye muligheder for dette, da det kan blive muligt at rejse frem og tilbage i tid, rejse ud i verden eller ind i kroppen. Det kan gøre ellers abstrakte naturvidenskabelige fænomener nærværende og relevante. Projektet har løbet fra november 2018 til marts 2020 og har haft tre formål, som i denne afsluttende rapport beskrives, hvordan er indfriet. Disse formål er:

Udvikling	Afprøvning	Formidling
<p>Udvikling af metoder og indhold sammen med lærere til anvendelsen af virtual reality med henblik på styrket STEM-interesse i undervisningsforløb.</p>	<p>Spredning og videreudvikling af indhold og metoder via gennemførelse af undervisningsforløb med fokus på styrket interesse. Gennem VR på skoler i fem kommuner.</p>	<p>Analysere og formidle resultater fra gennemførelsen og de øvrige produkter og forløb, der er udviklet i projektperioden.</p>

¹ <https://www.teknologipagten.dk/projekter/projekter/projekter/id0101-styrket-interesse-for-naturvidenskab-via-virtual-reality>

Tidligere forskning tyder på, at virtual reality kan bidrage til øget motivation, interesse og læringsudbytte blandt elever², men samtidig er der tale om en teknologi, hvis modenhed stadig er i udvikling. I KL's Teknologiradar er virtual reality indenfor børne- og ungeområdet således kategoriseret som en teknologi, man bør holde øje med. Det betyder, at erfaringerne på området er begrænsede og investeringen i brugen af virtual reality (VR) er relativt høj (tids- og ressourcemæssigt), fordi der er mange ubekendte ift. muligheder, potentialer, barrierer og udfordringer.

Dette projekt og denne rapport anskueliggør erfaringer, der med fordel kan drages nytte af fremover, hvor VR søges afprøvet i undervisning og skole. Rapporten er skrevet med udgangspunkt i, at lærere og pædagogiske konsulenter skal kunne finde inspiration og erfaringer til egen praksis.

Læsevejledning

Rapporten er bygget op således, at først præsenteres det forskningsmæssige udgangspunkt for projektet, der er en forening af en psykologisk forståelse af, hvordan interesse etableres, og hvordan elever kan engageres i naturfagsundervisning via undersøgelsesbaseret didaktik. Herefter gennemgås projektets fund og analyser, der beror på både spørgeskemaundersøgelse blandt elever og interviews med de deltagende lærere.

Øvrige formidlingsmaterialer, herunder skabelon for designsprint, vidensnotater og undervisningsforløb findes på projektets hjemmeside: <https://epinionglobal.com/en/vriskolen/>

1.1 Projektets opbygning

Projektet har bestået af tre faser, med hver sit særskilte fokus:

- 1. En modnings- og udviklingsfase.** Denne har bestået af identifikation af VR-simulationer af didaktisk og naturfaglig relevans, der kan inddrages i naturfagsundervisningen i udskolingen. Herefter udvikling af prototypiske undervisningsforløb i design-workshop sammen med lærere fra fire kommuner og afprøvning af to forløb med deltagelse af 102 elever på TekX i Rødovre Kommune.
- 2. Gennemførelsesfase.** På baggrund af modningsfasen er der udviklet et endeligt undervisningsforløb, som naturfagslærere har afprøvet i geografi på skoler elever i de fem kommuner: Viborg, Aabenraa, Holstebro, Gladsaxe og Frederiksberg Kommune. Disse er gennemført som et kvasi-eksperiment med før-, midtvejs- og eftermåling af elevernes læringsudbytte og interesse. I alt gennemførte 105 elever fordelt på skoler i Viborg, Aabenraa, Holstebro og Gladsaxe Kommune hele forløbet. Resultater fra gennemførelsesfasen er udarbejdet på baggrund af data fra disse elever. Herudover er lærerne interviewet for at få deres perspektiv på VR's potentiale og udfordringer i naturfagsundervisningen.
- 3. Analyse- og spredningsfase.** Analyse af projektets resultater i rapport samt tilgængeliggørelse af erfaringer og undervisningsforløb.

² Se fx Undervisningsministeriets [vidensnotat om brugen af interaktive virtuelle laboratoriesimuleringer for at forbedre læring og interesse inden for naturvidenskab](#)

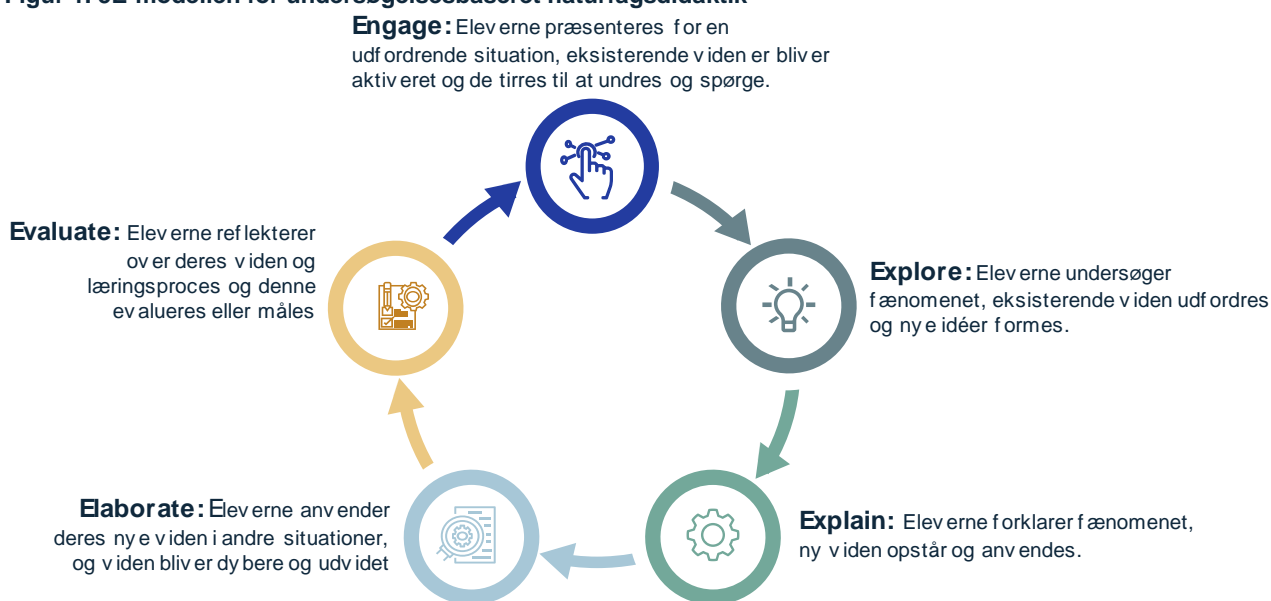
2. Interesse for naturfag via virtual reality

I det følgende beskrives de begrebslige og metodiske overvejelser, der ligger til grund for valgene i forbindelse med projektets forløb og opbygning. Eftersom en central del af projektets forløb har været at styrke *interessen* for naturfag, er der en beskrivelse af, hvordan det skal forstås, og hvordan det meningsfuldt kan sættes i relation virtual reality og undersøgelsesbaseret naturfagsdidaktik.

2.1 Undersøgelsesbaseret didaktik med virtual reality

Nyere naturfagsdidaktisk forskning peger entydigt på, at de bedste læringsudbytter og elevinteresse for STEM etableres, når undervisningen tager udgangspunkt i undersøgelsesbaserede tilgange (Inquiry-based Science Education el. IBSE). Grundprincippet er her, at undervisningen tager form som stilladserede undersøgelsesprocesser, hvor eleverne i vid udstrækning selv formulerer undersøgelsesspørgsmål, vælger metoderne, der undersøges med samt sætter præmisserne for, hvordan spørgsmålene besvares. Dette skal ses i modsætning til en mere lukket og lærerstyret undervisningsform, hvor spørgsmål, metode og svar er givet af læreren på forhånd. En populær metode for gennemførelse af undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning er '5E-modellen'.

Figur 1. 5E-modellen for undersøgelsesbaseret naturfagsdidaktik



5E-modellen peger altså på forskellige faser, der skal være til stede i ethvert læringsforløb, for at det virker stimulerende for elevernes motivation og interesse. Det forløb, der er afprøvet i projektet her, læner sig op ad disse principper. I dette projekt er fokus lagt på at integrere virtual reality med særligt henblik på at understøtte engage-fasen i modellen. Denne er særligt karakteriseret ved, at give eleverne "små opgaver el. oplevelser, der fremmer nysgerrighed og mental forberedelse" og er aktiviteter, der fremkalder forforståelse. Det er altså en fase, der skal virke pirrende på elevernes undren forud for de næste faser, hvor fokus er på at forstå, hvorfor verden tager sig ud, som den gør (Krogh & Andersen 2017, s. 71).

Hvorfor det giver særligt god mening at fokusere VR-indsatsen på etableringen af den indledende interesse, uddybes nedenfor.

2.2 Hvad er interesse?

Interesse kan defineres som en psykologisk tilstand og som en tilbøjelighed til at engagere sig i bestemte emner. Stærk interesse i et akademisk emne er bl.a. forbundet med større fremmøde til undervisningen, bedre evne hos eleverne til at holde opmærksomhed og bearbejde information (Harackiewicz, Smith, & Priniski, 2016), og ultimativt større sandsynlighed for, at elever forfølger en karriere inden for deres interesseområde (Lent et al., 2018). Der er altså mange fordele ved at skabe interesse hos elever i skolen.

Historisk set har man opdelt interesse i situationel interesse og individuel interesse. Forskning peger på, at situationel interesse understøtter udviklingen af individuel interesse (Hidi & Renninger, 2006). Man kan altså tale om faser i udviklingen af interesse: én elev kan være i en tilstand af interesse udløst af situationen (fx en engagerende/personligt involverende undervisningsaktivitet), mens en anden elev kan have det som individuel egenskab at involvere sig i bestemte emner (individuel interesse).

Derudover opdeler man situationel og individuel interesse i yderligere to faser - dette afspejles i Fire-Fase Modellen for Interesseudvikling (FFMI) (Renninger, Bachrach, & Posey, 2008):



1) Udløst situationel interesse, som henviser til det at fange elevens opmærksomhed i situationen via en uventet "trigger" (som fx en overraskende bid information).



2) Vedligeholdt situationel interesse, hvor læringen primært styres af en underviser, som sørger for meningsfulde aktiviteter, og hvor interessen typisk er forbundet med underviseren eller aktiviteterne i sig selv.



3) Begyndende individuel interesse, hvor eleven i mindre grad har brug for at blive styret og i stedet selv begynder at dykke nede i materialet, stille spørgsmål om indholdet og identificere sig selv med området.



4) Veludviklet individuel interesse, hvor eleven selvstændigt forfølger sin interesse og muligheder for at udvide den yderligere.

Virtual reality kan være et nyttigt hjælpemiddel i udviklingen af elevens interesse. Helt konkret er virtual reality særlig effektiv til at skabe *udløst situationel interesse* (Fase 1) via simulationer, som indeholder ny information præsenteret på en medrivende måde. Dette bidrager til en intens læringsoplevelse. Teknologien kan også bruges til efterfølgende at vedligeholde den situationelle interesse (Fase 2) ved at bidrage med meningsfulde læringsaktiviteter. Når interessen for et emne så først er aktiveret, kan den udvikles til at blive en *veludviklet individuel interesse* (Fase 4), hvis de rette forudsætninger er der. Her kan virtual reality stadig være et hjælpemiddel, når blot eleven

også bliver opfordret til, og får mulighed for, selvstændigt at dykke ned i emnet, at stille spørgsmål og generelt at være undersøgende. Her er det vigtigt, at en underviser skaber rammerne for interesseudviklingen.

Virtual reality kan altså være et redskab til at understøtte de første skridt i retningen af en individuel interesse, som i undervisningen kan etableres i 5E-modellens engage-fase.

2.3 Virtual reality og valg af STEM-relevant applikation

Virtual reality kan defineres som en computer-genereret simulation, som er multisensorisk, interaktiv og i 3D, så det føles som om, man agerer i et eksternt miljø (Burbules, 2006). Der er to centrale psykologiske mekanismer forbundet med at bruge VR i undervisning:

- Tilstedeværelse, der er en subjektiv oplevelse af at være i et bestemt miljø, på trods af at man fysisk befinder sig i et andet. Høje niveauer af tilstedeværelse er forbundet med mere læring og en positiv læringsoplevelse
- Selvbestemmelse, der er den frihed og kontrol en elev har mht. at agere i et læringsmiljø og er ligeledes forbundet med mange positive læringsresultater.

I og med at VR fx giver mulighed for at øve sig i at udføre bestemte handlinger i et kontrolleret miljø, giver det de ideelle forudsætninger for at øge eleverns tro på egen formåen (dvs. tiltro til at man kan udføre bestemte procedurer eller lære bestemte ting). Ligeledes giver læring vha. VR gode muligheder for at overføre denne viden til andre, virkelige situationer, da VR-miljøer kan designes, så de minder om de virkelige situationer, og der derfor ikke er så langt fra handling i VR til handling i virkeligheden.

Dog er udbuddet af VR-applikationer, der er af naturfaglig relevans i en dansk udskolingskontekst, begrænset. Den indledende kortlægning i dette projekt pegede på, at for det første er markedet domineret af engelsk-sprogede apps. For det andet er det faglige indhold ofte målrettet elever og studerende på enten gymnasiale eller videregående uddannelsesniveauer. For det tredje er en del af det udbudte betalingsmaterialer.

I dette projekt har det været formålet at afsøge mulighederne for brug af VR med udgangspunkt i det eksisterende udbud, fortrinsvist med brug af gratis tilgængelige apps og simulationer, så det brugen i praksis vil kunne gennemføre så omkostningsfrit som muligt. Processen er ledt til en model for vigtige spørgsmål at belyse, når man skal udvælge og finde fagligt relevante VR-applikationer:



Hvordan stemmer simulationen overens med undervisningens mål og elevernes faglige niveau?

Hvordan passer simulationens faglige indhold ind ift. de øvrige, anvendte læremidler?

Hvor krævende er anvendelsen af VR teknisk og kompetencemæssigt ift. hvad det bidrager med?

En stor del af det aktuelle fokus på VR i naturfagsundervisning er på brugen af laboratoriesimulationer, da disse muliggør enten dyre eller farlige forsøg jf. ovenstående. Med dette projekts fokus på interesse, var det vigtigt at simulationen kunne underbygge dette i undervisningen. Derfor faldt valget på en simulation, hvor eleverne får en 360-graders oplevelse på indlandsisen, beskrevet i boksen.



Valg af simulation: This Is Climate Change: Melting Ice

På baggrund af kortlægningen faldt valget på simulationen 'Melting Ice', der er en 360-graders helikopter og ekspeditionstur til Grønland, hvor eleverne ser effekten af klimaforandringerne i form af floder af smeltevand, kælvende isbjerge m.v. på indlandsisen. Tilføjet til videoen var et speak, der fortalte eleverne om bl.a. albedo- og drivhuseffekt.

I det følgende beskrives, hvordan det teoretiske udgangspunkt for interesse og valget af virtual reality-applikationen "This is Climate Change" er forenet med en undersøgelsesbaseret tilgang til naturfagsdidaktik.

2.3.1 Det endelige undervisningsforløb

Det endelige undervisningsforløb har været bygget op omkring et narrativ relateret til klimaforandringer, særligt albedo- og drivhuseffekt. Eleverne har skulle agere et forskerhold, der skal overbevise klimaskeptikere om klimaforandringernes rigtighed med videnskabelig argumentation.

Først har eleverne læst et "fake news"-indlæg om klimaforandringer i en opdigtet avisartikel. Herefter er "forskerholdene" taget på en virtuel udflugt til Grønland med VR, hvor effekten af klimaforandringerne opleves på tæt hold med henblik på at etablere en situationel interesse. Herefter har de gennem valg og gennemførelse af videnskabelige forsøg skulle argumentere for, hvordan udviklingen i albedo- og drivhuseffekt er knyttet til klimaforandringer. I tråd med rollespil-tankegangen, har de afslutningsvist skulle præsentere deres resultater for resten af klassen, der har udgjort "FN's klimapanel".

Figur 2. Undervisningsforløbets opbygning i 6 lektioner



Undervisningsforløbet: Klimaforandringer og global opvarmning

I sin endelige form er undervisningsforløbet bygget op over 6 lektioner:

1. Inddeling af elever i forskerhold og læsning af klimaskeptikers debatindlæg
2. Missionsbeskrivelse og afrejse til Grønland med VR for at observere klimaforandringer
3. Valg af videnskabeligt forsøg, der beviser observationerne på Grønland
4. Gennemførelse af videnskabeligt forsøg, der beviser klimaforandringer
5. Forberedelse af forsøgsresultater
6. Præsentation af resultaterne for FN's klimapanel

Figur 3. Design-workshop med lærere og pædagogiske konsulenter, hvor forløbets delelementer blev udviklet



Forløbet har taget form gennem en proces, hvor først 12 lærere og pædagogiske konsulenter fra fire af de fem deltagende kommuner ved en workshop blev præsenteret for VR-applikationen, undersøgelsesbaseret didaktik og interesse-begrebet. Herefter udviklede de gruppevist tre forskellige undervisningsforløb, som gennem en efterfølgende redaktionel proces ved projektkonsulenterne blev samlet til ét forløb med to forskellige måder at inkludere VR på. Den ene havde et speak ind over den simulerede udflugt til Grønland, den anden havde ikke. Disse to VR-variationer var genstand for afprøvning ved den indledende pilotafprøvning i Rødovre Kommune.

Resultaterne nedenfor er formidlet i to kapitler, et der beskriver, hvor forløbet har virket på elevernes interesse, motivation og læring målt gennem før, midtvejs og eftertest samt et om implementering og udvikling set fra lærernes perspektiv, dokumenteret gennem interviews og observationer.

3. Elevperspektivet: Interesse for naturfag og læringsudbytte

I alt fem skoler har været involveret i gennemførelsen af projektet. Alle elever, der har gennemført forløbet med brug af VR, har gennemført et spørgeskema, der har afdækket viden om og interesse for naturvidenskab. Resultaterne af disse før- og eftermålinger afrapporteres i det følgende. Først projektets pilottest og dernæst afprøvning i fem kommuner.

3.1 Pilotafprøvning på TekX i Rødovre Kommune

Formålet med pilotafprøvningen på TekX var at undersøge effekten af at integrere VR i en komprimeret halvdags-udgave af undervisningsforløbet på 3½ time³. Derudover blev det undersøgt, om der var forskel på at anvende to forskellige udgaver af VR-udflugten til Grønland:

- I den ene udgave blev eleverne præsenteret for teoretisk viden om klimaforandringer (via et speak) samtidig med VR-udflugten (guidet).
- I den anden fik eleverne teoretisk viden om klimaforandringer inden de tog på en VR-udflugt uden speak (eksplorativ).

Via spørgeskemaer før og efter forløbet blev det målt, om elever (n=105) oplevede en stigning ift. følgende variable: Tro på egen formåen, interesse for naturfag, intentioner om at vælge en karriere el. uddannelse indenfor for naturfag og de sociale muligheder skønnet ved dette, intentioner om at foretage klimarelaterede adfærdsændringer og generel viden om klimaforandringer og drivhus- og albedoeffekt specifikt.

Resultaterne fra før- og eftermåling af denne pilotafprøvning viste, at begge versioner af VR (guidet og eksplorativ) udviklede signifikante forbedringer ift. troen på egen formåen, interesse, resultatforventninger og STEM-intentionerne. Der var imidlertid ikke en tydelig forskel på elevernes resultater på tværs af den guidede og eksplorative version af virtual reality-udflugten⁴.

Resultaterne fra pilotafprøvningen peger på, at begge tilgange til designet af VR-ekspeditioner (dvs. guidet og eksplorativ) er lige anvendelige i forhold til elevernes interesse og læring, når de integreres i et intenst undervisningsforløb. Herudover fungerede pilottesten som tjek af forløbets gennemførlighed og validering af spørgeskemaerne til afprøvningen.

3.2 Resultater fra afprøvning på skoler i fem kommuner



Med udgangspunkt i resultaterne fra pilotafprøvningen på TekX, blev det besluttet at anvende den guidede VR-udgave i undervisningsforløbet i de 5 kommuner, da der næsten ikke var forskel på de to VR-udgaver. Derudover ville den guidede VR-udgave rent praktisk være mere anvendelig i et

³ Forløbet kan findes på <https://epinionglobal.com/en/vriskolen/ressourcer-og-materialer/>

⁴ Uddybning af resultater fra pilotafprøvning findes i artiklen Petersen, G.B., Klingenberg, S., Mayer, R.E. & Makransky, G. (2020). The Virtual Field Trip: Investigating How to Optimize Immersive Virtual Learning in Climate Change Education. *British Journal of Educational Technology*. Manuskript indsendt.

klasseværelse, da informationen om klimaforandringer præsenteres samtidig med VR-udflugten og dermed giver øjeblikkelig mulighed for at hægte viden op på de visuelle indtryk.

I kommunerne var formålet at undersøge effekten på elevernes interesse og motivation for naturvidenskab, når VR blev integreret som en del af et undervisningsforløb på i alt 6 lektioner i geografi i udskolingen. Derfor blev det undersøgt, om der var forskel på, om eleverne oplevede udflugten til Grønland gennem VR eller gennem en video (2D på storskærm):

 VR-gruppen	 Video-gruppen
<ul style="list-style-type: none"> I den ene udgave af undervisningsforløbet oplevede eleverne (n=55) altså den guidede VR-udflugt (VR) 	<ul style="list-style-type: none"> I den anden udgave af undervisningsforløbet oplevede eleverne (n=50) turen til Grønland vist som en video på storskærm (video).

I alt gennemførte 105 elever fordelt på fire skoler i Viborg, Aabenraa, Holstebro og Gladsaxe Kommune hele forløbet svarende til de seks undervisningslektioner samt før-, midtvejs- og eftermåling⁵. Resultater fra gennemførselsfasen er udarbejdet på baggrund af data fra disse elever.

I spørgeskemaet skulle eleverne svare på 78 items fordelt på 18 spørgsmål i en før-, midtvejs-, og eftermåling, som fokuserede på fem vigtige outcome variable (se bilag i afsnit 8.2 for en oversigt over alle spørgsmålene):

- Interesseudvikling
- Intentioner om klimarelaterede adfærdændringer ('behaviorial change intentions')
- Tro på egen formåen ('self-efficacy')
- Læringsudbytte
- Intentioner om at beskæftige sig med naturvidenskab ('STEM intentions')

Før-målingen er foretaget i forløbets lektion 1, midtvejsmålingen er foretaget i lektion 2, efter eleverne har været på video-/VR-udflugt og eftermåling er foretaget ved forløbets afslutning i lektion 6. I praksis blev forløbets lektion 2 gennemført med brug af VR i samarbejde med en projektkonsulent, der besøgte de respektive skoler med VR-udstyr og assisterede med den tekniske del af gennemførslen.

Givet at dette var et feltstudie, var der mange lokale faktorer, der ikke var kontrol over (inddragelse af øvrige læremidler, læreres varierende fortolkning af forløbet, klassesammensætning m.v.). For eksempel var der forskelle mellem VR- og video-gruppen på mange variable (interesse, tro på egen formåen og læring) ved *før-målingen*, hvor VR-gruppens resultater var højere end video-gruppens. Dette peger på, at der kan have været grundlæggende forskelle på de to grupper af

⁵ I den femte kommune, Frederiksbergs, er forløbet gennemført med før- og midtvejsmåling men uden mulighed for at gennemføre eftermålingen. Derfor er resultaterne herfra ikke medtaget i analysen. Se også metodebilag i afsnit 6.1.

elever før forløbet. Det er der taget højde for i analysen ved at fokusere på signifikante *ændringer* mellem før-, midtvejs- og eftermålingen.

3.2.1 Interesse for naturfag

Elevernes interesse for klimaforandringer blev målt. Her blev eleverne spurgt til deres interesse for albedo-effekt, drivhus-effekt, klimaforandringer og videnskabelige forklaringer på klimaforandringer. De fire spørgsmål blev samlet til et interesseindeks. Nedenstående figur viser de gennemsnitlige resultater for interesseindekset.

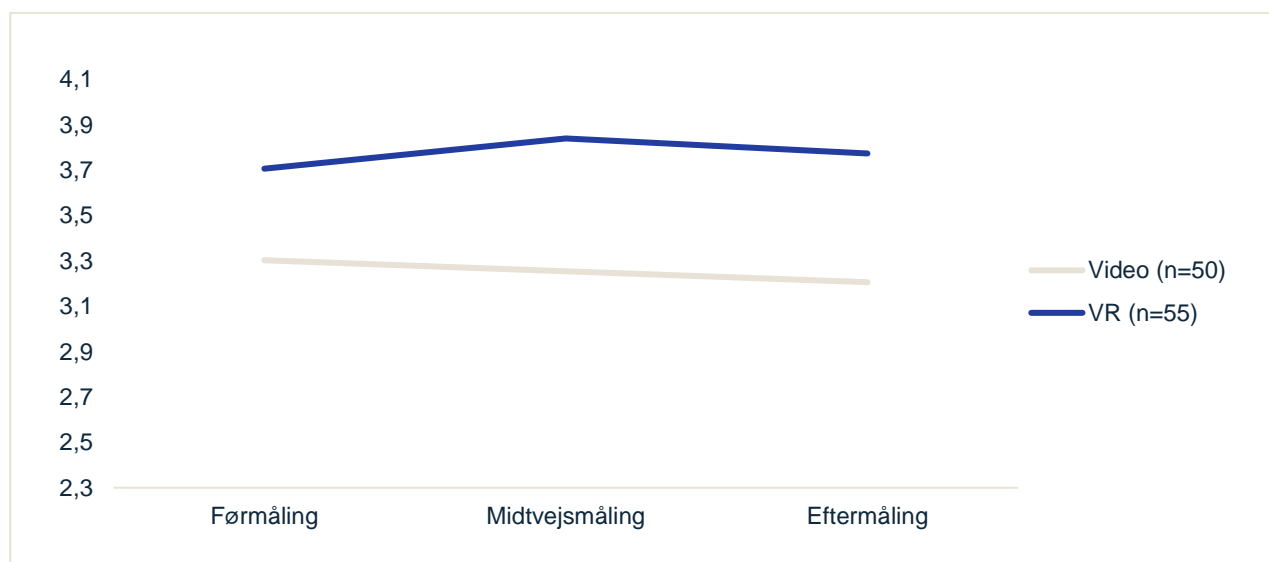
Samlet effekt

Elever på tværs af grupperne havde gennemsnitligt en signifikant stigning i interesse fra før- til midtvejs-målingen. Således viser resultaterne en 'main effect'. Det vil sige, at samlet set oplevede alle elever efter video/VR-lektionen en øget interesse for naturfag, hvilket indikerer at både VR og video kan styrke elevernes interesse for naturfag. Denne interesse faldt dog fra midtvejs- til eftermålingen foretaget efter sidste lektion. Dette betyder, at der overordnet set ikke var forskel på interesse målt før undervisningsforløbet sammenlignet med interesse målt efter hele forløbet.

VR-gruppen og video-gruppen

Når man kigger på *ændringen* i interesse undervejs i forløbet, var der ikke signifikant forskel på VR- og video-grupperne. Af nedenstående graf fremgår desuden, at VR-gruppen i gennemsnit havde større interesse for naturvidenskab end video-gruppen, men da denne forskel også var til stede ved før-målingen, kan det antages, at forskellen også kan skyldes andre forhold. Derfor kan det ud fra resultaterne af dette forløb ikke konkluderes, at undervisningsforløbet samlet set førte til en signifikant ændring i interessen for naturfag.

Figur 4. Elevernes udvikling i interesse for naturfag



Y-aksen angiver en enighedsskala fra 1-5, hvor 5 er udtryk for højest mulig interesse.

3.2.2 Intentioner om ændret klimaadfærd

Elevernes intentioner om at gøre deres adfærd mere klimavenlig ('behavioural change intentions') er også blevet undersøgt. Her har eleverne besvaret tre spørgsmål som omhandler, hvor meget de selv går op i klimaforandringer, bl.a. om de er blevet mere klimabevidste i deres hverdag, eller om de gerne vil fortælle deres familie og venner om klimaforandringer.

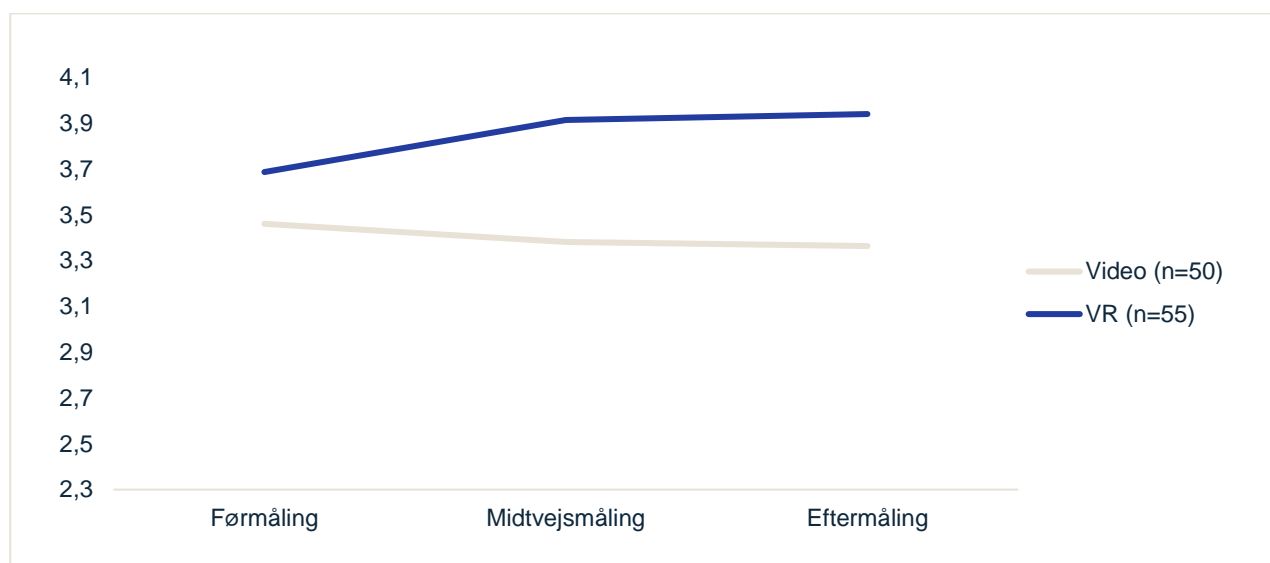
Samlet effekt

Samlet set oplevede eleverne på tværs af grupperne i gennemsnit ikke nogen signifikant ændring i intentioner om ændret klimaadfærd fra før- til efter-målingerne. Det vil sige, at når man kigger på samlet data fra alle elever, så er deres intentioner om ændret klimaadfærd efter undervisningsforløbet de samme som elevernes intentioner om ændret klimaadfærd før forløbet.

VR-gruppen og video-gruppen

Resultaterne peger dog på, at elever i VR-gruppen oplever en signifikant gennemsnitlig forøgelse af deres intentioner om mere klimavenlig adfærd sammenlignet med elever i video-gruppen fra før- til midtvejs-målingen. Dette indikerer, at VR kan styrke intentioner om mere klimavenlig adfærd. Der var ikke signifikant ændring fra midtvejs- til efter-målingen, hvilket indikerer at de efterfølgende undervisningslektioner ikke påvirkede elevernes intentioner om ændret klimaadfærd. Dette betyder, at efter hele undervisningsforløbet var der gennemsnitligt ikke forskel på de to gruppers ændring i intentioner om klimavenlig adfærd.

Figur 5. Udvikling i elevernes intentioner om klimavenlig adfærd



Y-aksen angiver en enighedsskala fra 1-5, hvor 5 er udtryk for højest mulig intention om klimavenlig adfærd.

3.2.3 Tro på egen formåen indenfor naturfag

Elevernes tro på egen formåen (self-efficacy) er også blevet undersøgt. Dette er blevet målt med udgangspunkt i seks spørgsmål om elevernes tro på egen formåen omkring klima, naturfag og geografi.

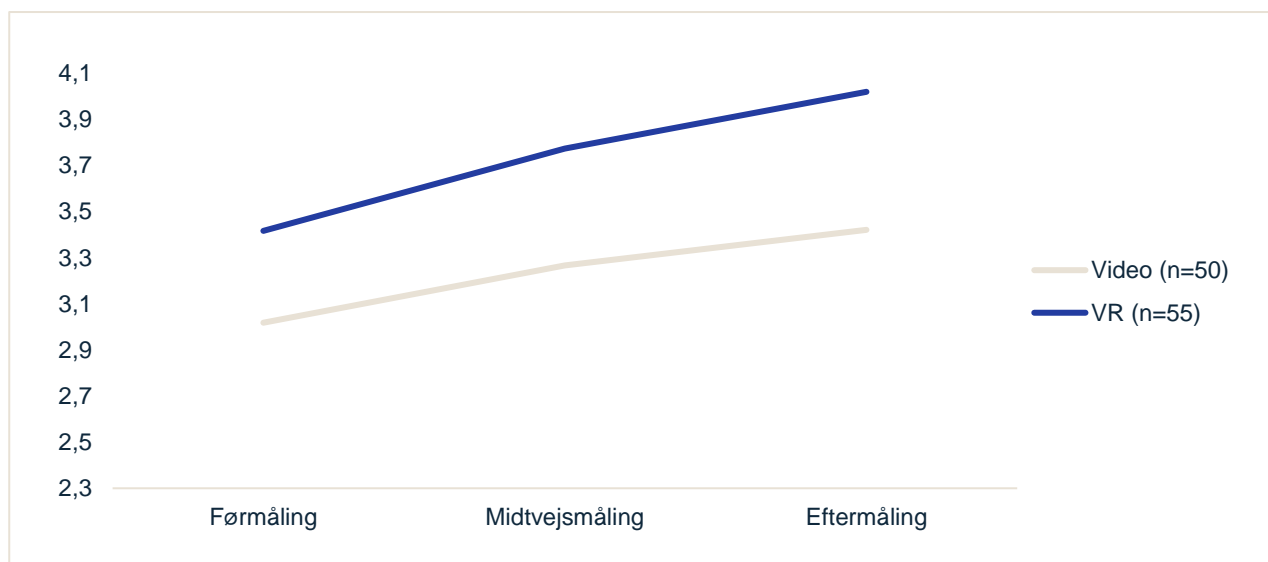
Samlet effekt

Generelt var der en signifikant gennemsnitlig stigning i tro på egen formåen fra før- til midtvejs-målingerne og fra midtvejs- til efter-målingerne på tværs af VR- og video-grupperne. Der var også samlet set en signifikant forøgelse af elevernes tro på egen formåen fra før- til efter-målingen. Det betyder at samlet set resulterede undervisningsforløbet i en gennemsnitlig forøgelse af alle elevers tro på egen formåen.

VR-gruppen og video-gruppen

I det følgende sammenlignes elever i VR-gruppen med elever i video-gruppen, hvor der kigges på *ændringen* i tro på egen formåen. I gennemsnit udviste elever i VR-gruppen en signifikant større forøgelse af tro på egen formåen sammenlignet med elever i video-grupperne fra midtvejs- til efter-målingerne samt fra før- til efter-målingerne. Det vil sige, at undervisningsforløbet førte til en højere forøgelse af tro på egen formåen hos eleverne i VR-gruppen sammenlignet med dem i video-gruppen.

Figur 6. Udvikling i elevernes tro på egen formåen



Y-aksen angiver en enighedsskala fra 1-5, hvor 5 er udtryk for højest mulig tro på egen formåen.

3.2.4 Læringsudbyttet

Elevernes samlede læring er målt ud fra et indeks bestående af 27 items, hvor de blev stillet en række spørgsmål inden for klimateori relateret til det faglige stof, undervisningsforløbet har omhandlet. Nedenstående figur viser de gennemsnitlige ændringer i elevernes læring.

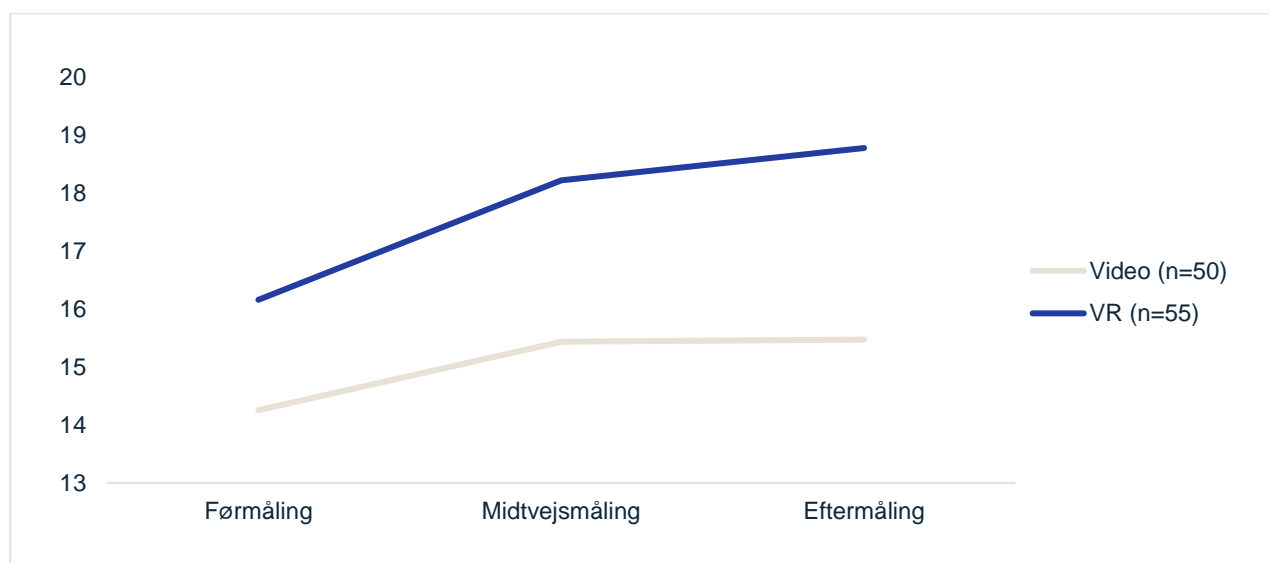
Samlet set

Det overordnede resultat er, at undervisningsforløbet førte til en signifikant gennemsnitlig stigning i læringsudbytte på tværs af alle elever fra før- til midtvejs-målingen samt fra før- til efter-målingen. Det vil sige at i gennemsnit oplevede alle elever en signifikant stigning i viden om klimateori fra før til efter undervisningsforløbet.

VR-gruppen vs. video-gruppen

Der er en signifikant forskel i læringsudbyttet mellem video- og VR-grupperne fra før- til eftermålingerne. Det vil sige, at eleverne i VR-gruppen i gennemsnit forbedrede deres besvarelse af de 27 læringssspørgsmål signifikant mere end eleverne i videogruppen. Af grafen fremgår desuden, at der ved forløbets start er en forskel i viden mellem grupperne, hvor elever i VR-gruppen gennemsnitligt scorer højere end elever i video-gruppen, men som tidligere nævnt kan en sådan forskel ikke alene tilskrives VR. Det kan konkluderes, at elever i VR-gruppen lærte mere af undervisningsforløbet sammenlignet med elever i video-gruppen.

Figur 7. Elevernes udvikling i læringsudbytte



Y-aksen angiver antal rigtige svar på 27 spørgsmål.

3.2.5 Intentioner om at beskæftige sig med naturfag

Elevernes STEM-intentioner er også blevet undersøgt. Dette omhandler elevernes interesse for at arbejde videre med klimaforandringer i fremtiden f.eks. ved at tage en naturvidenskabelig uddannelse eller skrive projektopgave om miljø, energi og klima. Eleverne blev stillet 4 spørgsmål om deres fremtidige STEM-intentioner.

Samlet effekt

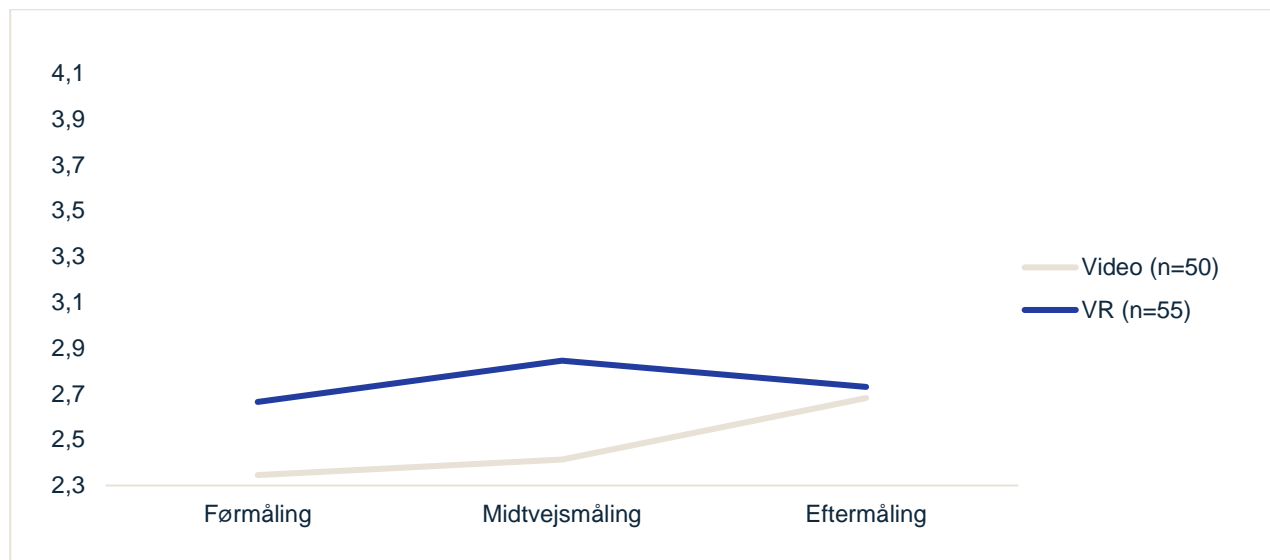
Resultaterne viser en signifikant udvikling, hvor STEM-intentioner for eleverne samlet set i gennemsnit stiger fra før- til midtvejs-målingerne samt fra før- til efter-målingerne. Det vil sige, at der blev fundet to såkaldte 'main effects', som indikerer at STEM-intentioner gennemsnitligt steg hos alle elever; både dem i VR- og dem i video-gruppen under forløbet.

VR-gruppen vs. video-gruppen

Ud fra nedenstående graf kunne man være tilbøjelig til at tro, at denne udvikling blot gjorde sig gældende for elever i video-gruppen, da det fremgår, at specielt VR-gruppen udviklede sig positivt fra før- til midtvejsmålingen og specielt videogruppen udviklede sig positivt fra midt- til eftermålingen. Men hvis man sammenligner video-gruppen og VR-gruppen, er der ikke tale om en signifikant forskel på ændringerne i STEM-intentioner mellem grupperne. Således må man ud fra

disse resultater konkludere, at undervisningsforløbet samlet set øgede alle elevers intentioner om at beskæftige sig med naturfag, men at der ikke var forskel på ændringen i STEM intentioner mellem de to grupper.

Figur 8. Udvikling i elevernes STEM-intentioner



Y-aksen angiver en enighedsskala fra 1-5, hvor 5 er udtryk for højest mulig STEM-intention.

4. Lærerperspektivet: Implementering af virtual reality og undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning

Mens det foregående primært har handlet om den målte effekt af forløbet på elevernes interesse for naturvidenskab generelt og klimaforandringer specifikt, handler den følgende del om at give indblik i lærernes erfaringer og oplevelser af at undervise undersøgelsesbaseret med virtual reality. Udgangspunktet for den følgende analyse er en kodning af observationer fra design-workshopen, evaluering heraf og opfølgende telefoninterviews med fire lærere efter gennemførelsen af forløbet lokalt i kommunerne.

Indledningsvist præsenteres de fordele og potentialer, lærerne vurderer, virtual reality giver. Herefter fokuseres på de udfordringer, herunder områder med plads til forbedringer, som lærerne påpeger.

Materialet er analyseret med udgangspunkt i en model for teknologi-integration i undervisningen, der sonder mellem to typer af barrierer, der bør adresseres ved brug af nye teknologier i skolen (Ertmer 1999), som fremgår af figur 9.

Figur 9 To typer af barrierer ved integration af ny teknologi i skolen

1 Første ordens- barrierer	2 Anden ordens-barrierer
Lærer-eksterne forhold: <ul style="list-style-type: none"> • Adgang • Undervisningstid • Support • Træning 	Lærer-interne forhold: <ul style="list-style-type: none"> • Syn på undervisning og læring • Syn på ny teknologi • Eksisterende rutiner i undervisningen

4.1 Vurderede fordele ved virtual reality

4.1.1 Lærernes pædagogiske skøn er et godt pejlemærke

Flere af lærerne angiver, at brugen af VR-briller skabte nysgerrighed og interesse hos eleverne. Lærerne beskriver bl.a. hvordan deres elever virkede glade, positive og »nyhedsvækkede« efter de havde prøvet VR-simulationen til Grønland. Dette stemmer overens med de resultater, der blev observeret særligt i midtvejsmålingerne efter VR-turen. På den anden side nævner flere af lærerne, at interessen og nysgerrigheden var kortvarig for eleverne, idet flere af eleverne havde mistet interessen i de efterfølgende undervisningsgange:



Begejstringen var større ved [de elever, der prøvede] VR. Der var helt klart en forskel, vil jeg vurdere. Eleverne havde noget nyt at fortælle om. De fik noget at snakke om: 'Stod du helt ude på kanten her, hvad tænkte du der?' Så på den måde var det egentlig meget fedt. Men de har ikke snakket om det siden.

Den dalende effekt i interessemålingen stemmer altså overens med lærernes indtryk, og det er derfor en vigtig konklusion, at lærernes pædagogiske dømmekraft i overvejende grad stemmer overens med den målte effekt.

Der er flere mulige forklaringer på elevernes interesse. En tese vil være, at begejstringen i højere grad skyldes nyhedsværdien (såkaldt *novelty effect*), end at det er VR i sig selv. Med andre ord vil varig brug af VR kunne gøre det til "rutine" og den interessevækkende effekt, det havde i forløbet her, vil derfor aftage. En anden tese vil være, at netop VR-mediet kan præsentere materialet på en ny, intens og anderledes måde, som kan vække elevernes nysgerrighed på emner, de ikke ellers interesserer sig for. Det vil kræve mere varig brug af virtual reality, for at vurdere den isolerede effekt af netop denne nye teknologi.

Dog vurderer lærerne, at VR kan noget nyt billedligt og ser overordnet VR som et interessant og brugbart redskab, fordi det giver læreren mulighed for at bringe naturfænomener og problemstillinger ind i klasselokalet og mere i øjenhøjde med eleverne. Således kan man gennem VR give eleverne helt unikke oplevelser, hvorigennem de på egen hånd kan udforske og skifte bekendtskab med naturfænomener. Det rollespils-didaktiske udgangspunkt for brugen af VR i forløbet var, at eleverne skulle agere et forskerhold på ekspedition. Flere af underviserne fremhæver styrken ved denne brug, fordi en simpel VR-film her kan give mening at anvende som en appetitvækker:



Det gjorde, at eleverne kunne konvertere det, som de lærte en del bedre med VR-turen

4.1.2 Virtual reality er god som appetitvækker

Den ovenstående styrke som appetitvækker fremhæves også som den primære pædagogiske og didaktiske styrke, og knytter an til 5E-modellens *engagement*-fase og etableringen af en situationel interesse. Selvom lærerne fremhæver VR som en sjov og anderledes arbejdsmetode, der ikke skal undervurderes, er den mest udtalte tvivl på tværs af lærerne, hvorvidt VR, i de applikationer der aktuelt findes, har en tilpas faglig tyngde. Derudover er det også en faldgrube at "wow"-oplevelsen ved VR overskygger det faglige indhold. På nuværende tidspunkt er videoernes kvalitet også et begrænsende element ift. fagligt udbytte:



Jeg har brugt mange medier gennem tiderne. Jeg tænker at VR kan blive et godt middel, men lige nøjagtig den her mener jeg ikke bidrager til ret meget fagligt. Det giver en oplevelse af at se filmen, men der er ikke så meget fagligt indhold i den der lille film. Det er jeg ikke imponeret over.

Når forløbets inklusion af VR ikke vurderes som bidragende med fagligt indhold, men i højere et redskab til at justere dynamik og øge interesse, sætter det også krav til at læreren mht. at garantere det faglige udbytte:



Det understreger, at der er behov for lærere, som kan være garant for at fagligheden kommer mere i spil end den gør i den der lille VR-sekvens.

Generelt udtrykker nogle af lærerne yderligere bekymring om, at underholdningselementet i VR hurtigt kan tage for meget fokus.



Det er en interessant pointe, at VR's styrker måske i virkeligheden er, at de skal iscenesætte en ramme for noget, mere end det er at formidle noget fagfagligt. Det er en tanke værd.

Således er det vigtigt at understrege, at VR ikke kan stå alene, men at VR med den rette didaktiske implementering og dygtige lærere kan vække elevernes begejstring og interesse. En tilgængelig måde at bruge VR på er som appetitvækker, hvor det underbygger *engagement*-fasen i den undersøgelsesbaserede didaktik og støtter eleverne situationelle interesse.

4.1.3 Middel til undervisningsdifferentiering

Med fokus på at styrke interessen for naturfag i undervisningen, er det også vigtigt at have blik for, at ligesom elever har forskellige faglige forudsætninger, har de også forskellige måder, hvorpå deres interesse kultiveres. I dette henseende bliver VR interessant, for det tilbyder en modalitet, der kan pirke interessen for elever, lærerne ellers kan have svært ved at stimulere. Dette kræver en lærerfaglig vurdering af, hvilke elever det er hensigtsmæssig at bruge VR med.

Flere af lærerne fremhæver, at VR-oplevelsen er en krævende aktivitet for eleverne. Både fordi det kræver et højt koncentrationsniveau og fordi det er en ny modalitet i klasseværelset, som både elever og lærere skal vænne sig til. Så længe VR-oplevelsen er ensartet for alle elever, betyder det også, at den gør det svært at undervisningsdifferentiere, selvom nogle elever måske vil have bedre af enten en mindre udtryksfuld eller kortere VR-oplevelse, eller slet og ret et andet medieformat:



Nogle af eleverne følte deres sanser lidt bombet med både at lytte og se. Hvis du selv vælger ud, vælger du de elever, der kan administrere det. Nogle elever kan være mættede bare af almindelig undervisning og er derfor urolige.

Citatet vidner om, at nogle elever vil have større udbytte af VR end andre, fordi VR-oplevelsen kan virke overvældende for nogle elever. Derfor kan man have en tese om, at VR-oplevelser til brug i

folkeskolen i fremtiden udvikles på en måde, således, at de ikke er ensartede for alle elever, men netop tilpasses den enkeltes behov. Derfor kan det fremadrettet være et godt middel til undervisningsdifferentiering.

4.2 Vurderede forbedringspotentialer og udfordringer ved virtual reality

4.2.1 Det skal prioriteres at arbejde med interessestyrkelse i undervisningen

På tværs af både udvikling af undervisningsforløbet og gennemførelsen deraf, påpeger lærerne at integrationen af virtual reality i undersøgelsesbaserede forløb kræver, at der er tid til at indarbejde og udvikle det. I evalueringen af modningsfasens design-workshop peger flere lærere på, at mere tid til at afprøve og eksperimentere med VR inden udvikling af forløbet ville have været udbytterigt. I forhold til gennemførelsen af undervisningsforløbet i skolen siger én lærer:



Det der var udfordrende var, at der ikke var så meget tid til, at eleverne kunne fordybe sig i det, med henblik på at vælge nogen af de forsøg som nu var foreslået.

Det er vigtigt her at hæfte sig ved, at selvom VR-ekskursionen var didaktiseret i forløbet med henblik på at underbygge elevernes rolle som forskerhold, påpeger læreren her, at simulationen tog tid fra en anden af de aktiviteter, der skulle underbygge den undersøgelsesbaserede tilgang: Elevdrevet udvælgelse og udvikling af forsøgsopstilling. Det er altså vigtigt, at når VR inddrages med henblik på at understøtte ét element af 5E-modellen, at det ikke bliver på bekostning af de andre faser.

Når ny teknologi, her VR, tager tid fra de øvrige opgaver, fordrer det også en prioritering fra lærernes side. Flere lærere påpegede, at på trods af en fin disponering af forløbets indhold, følte de et pres ift. at gennemføre aktiviteterne indenfor den afmålte tid, og at i en "normal" hverdag vil det givetvis være VR-delen, de ville havde udeladt og i stedet bibeholdt andre af aktiviteterne: Forsøg, præsentationer, m.v., da dette i højere grad underbygger fagets mål. En konklusion er altså også, at etableringen af den indledende interesse og motivation er noget der skal prioriteres undervisningstid til, før man går til det faglige indhold i form af fx begrebsforståelse og eksperimentgennemførelse.

Det er også værd at hæfte sig ved, at i det egentlige forløb var VR kun inkluderet i en enkelt af de seks lektioner, og simulationen varede ca. 10 minutter. Der kan derfor være tale om at VR-delen opleves som fyldende mere, fordi det var et nyt element, end det reelt gjorde i forhold til timer og minutter.

4.2.2 Den pædagogiske intention afgør kravene til udstyr

Flere af lærerne udtrykker forbehold overfor, hvorvidt de vil have adgang til VR-briller i fremtiden, idet VR-brillerne forestilles at være en stor investering. To af lærerne udtrykker, at det er for dyrt for en skole at købe ind, hvis man skal sikre at brillerne har en vis kvalitet. Samtidig vurderer de, at det nødvendigt at have nok udstyr til, at en hel klasse kan bruge det.

På tværs af lærerne varierer det dog, hvordan man vurderer, at den fornødne adgang til udstyr bedst imødekommes. En foreslår at det kan lånes, og ansvarshavende med fordel kan være udenfor skolen, fx CFU eller kommunen:



Jeg vil være bange for, at hvis skolen havde det vil det gå i stykker på et eller andet tidspunkt på skolen. Vores skole har en sparerunde og vi skal dække flere timer. Derfor vil man nok skulle låne VR brillerne af kommunen, hvilket også er fint. Det er dyrt udstyr men godt udstyr.

En anden lærer påpeger, at en forudsætning for at det finder en frugtbar og varig anvendelse i undervisningen er fast adgang i det daglige, og at der lokalt på skolen er bærende kræfter:



Det er en dyr aktivitet, som er bygget op på en enkelts know-how på skolen. Typisk lt. Jeg ved hvordan tingene virker, og det gør det nemmere. Det kan jeg da se med hvad alt vi har købt ind af grej. Det kræver at der er nogle, der bærer det. At det er "in house", og ansvaret skal ikke være outsourcet. Skal ikke være noget, som vi henter ind udefra.

Der er altså forskel i, hvordan lærer forestiller sig, undervisning med brug af VR bedst understøttes teknisk og organisatorisk. Det er en vigtig konklusion for projektet her, at gennemførlighed og pædagogisk udbytte ikke hænger sammen med størrelsen på udstyrsomkostninger. Således vil forløb som det, der er udviklet i projektet her også kunne gennemføres med simple pap-udgaver af VR-briller, hvor telefoner sættes ind. Det er således vigtigt at tænke en klar sammenhæng mellem pædagogisk formål og tekniske krav. Simple udgaver af VR kan være en løsning for den lærer, der ønsker permanent adgang og vil arbejde med interessestyrkelse gennem virtuelle ekskursioner, mens teknisk mere avancerede udgaver kan være nødvendige, hvis man fx lejlighedsvist vil gennemføre virtuelle eksperimenter.

4.2.3 Didaktiske og tekniske kompetencer er forudsætning for udbytte

Det er alment udbredt at både pædagogiske, tekniske og faglige kompetencer skal gå hånd i hånd, for at nye teknologier bidrager til læringsudbytte (Koehler & Mishra 2009). I dette projekt har fokus særligt været på interesse og motivation fremfor læringsudbyttet. Dog er inddelingen i de tre

kompetenceområder også relevant ift. interessen som mål. I forbindelse med den indledende workshop udtrykte flere lærere, at teknologien ikke nødvendigvis indfrier de forventninger, man som lærer kan have til en ny teknologi. Fx siger en lærer efter afprøvning af simulationen på workshopen:



Det [afprøvning af VR] ærgrer mig først og fremmest fordi vi risikerer at ende ud med en konklusion om at VR ikke er så effektivt i undervisningen, pga. en 'tynd' VR-film, som ikke forløser potentialet for VR.

Når læremidlerne ikke indfrier forventningerne, er det et mønster i projektet, at der er to overordnede lærerstrategier, der kræver hver sin kompetence-portefølje. Enten tekniske kompetencer til at tilpasse mediet – fx tilføje et speak eller klippe i en simulation. Det andet er didaktiske kompetencer til at taget mediet som det er, og så placere det didaktisk i forløbet, så det bliver meningsfyldt. Sagt anderledes er det potentiale, læreren ovenfor påpeger, ikke kun et, der findes i teknologien, men lige så meget i integrationen af teknologien ind i et samlet undervisningsforløb, og som afhænger af lærernes mulighed for at omsætte potentialet.

Dette er vigtig at holde for øje, når man vil afprøve VR i undervisningen. Med et begrænset udbud af relevante og målrettede VR-applikationer og simulationer for den danske folkeskole, sætter det krav til lærerens evne til at didaktisere ”skæve” simulationer meningsfyldt ind i undervisningen.

Udover de didaktiske kompetencer, er det tekniske aspekt også vigtigt. For det første kræver det, at læreren får en udførlig introduktion til, hvordan VR-brillerne fungerer, før de kan bruge det i praksis. For det andet kræver det at selve VR-udstyret skal være nemt at håndtere for læreren i undervisningssituationen, så det er muligt for læreren at styre en hel klasse med VR-briller samtidig:



Men hvis jeg som lærer stod med 25 elever, der skulle have briller på samtidig, kræver det flere arme. Men hvis nu teknologien bliver lidt lettere og håndterbar. Fx ved at de tog brillen på, at jeg trykkede på en knap og de alle så samme film. Det tekniske fylder.

Således tyder noget på, at potentialet for VR i undervisningen vil forøges i takt med at moderne teknologi gør udstyret mere brugervenligt. Dog er dette under forudsætning af didaktisk kompetenceudvikling, hvor lærerne hjælpes til at fortolke og se mulighederne i teknologien for at styrke interessen for stofområdet.

4.2.4 Lærernes ejerskab er afgørende for elevernes interesse

Der er stor variation i, hvordan lærerne oplevede at skulle undervise ud fra et eksternt planlagt forløb med VR som ny, uafprøvet komponent. Som beskrevet ovenfor, var det endelige forløb resultatet af en design-workshop med lærerne, og nogle lærere kunne bedre end andre genkende

deres egne input i det endelige forløb. Det varierede derfor, hvordan lærerne oplevede at undervise ud fra forløbet, fordi følelsen af ejerskab også varierede. Derudover er det forskelligt, hvordan lærerne vurderede detaljegraden i beskrivelsen af, hvordan forløbet skulle gennemføres. Nogle værdsatte det, mens andre var mere udfordrede af ”pakkeløsningen”:



Som lærer er det altid udfordrende, når nogen har lavet et forløb, der er beskrevet i detaljer, hvordan det skal afvikles.

Nogle af lærerne følte ikke et behov for at afvige fra planen, mens andre havde større behov for at sætte deres personlige præg på forløbet, således at der var en sammenhæng mellem deres undervisning og lærerstil:



Jeg går langt og tager gerne nye og skæve ting ind, men jeg gør det altid til mit eget først. Jeg ved, at ellers kan jeg ikke selv brænde igennem. Og det er det, der er udfordringen her [...]. Jeg har tilpasset det med mine ord og mine vægtninger hvor jeg kunne se energi og sjæl i, at der var særligt fokus. Af pædagogiske og faglige hensyn.

Samlet gælder det, at det er vigtigt, at lærerne kan og vil tage ejerskab over forløbet for at elevernes interesse kan styrkes. Ud over at mestre teknologien og føle sig klædt på til at facilitere undervisningens forskellige elementer, skal lærerne også føle sig som afsender af undervisningen og kunne se sig selv i de didaktiske valg, der er truffet. Dette stiller krav til forløbet om at tillade frihed og mulighed for at afvige fra den vejledende plan, hvis lærerne af didaktiske eller faglige hensyn vurderer dette som gavnligt (eller nødvendigt) for udbyttet i de enkelte klasser. Samtidig kan forløbet også lettere integreres i den resterende undervisning.

5. Refleksionsspørgsmål til lokalt arbejde med interesse og virtual reality

Dette projekt har overordnet kastet nogle erfaringer af sig, der både vedrører, hvordan børn og unges interesse for naturfag kan styrkes gennem undersøgelsesbaseret didaktik såvel som, hvordan virtual reality som ny teknologi kan indgå som interessevækkende element i undervisningen. Den overvejende konklusion er, at en teknologisk intervention i naturfagsundervisningen ikke kan løsrides fra naturfagslæreren – vedkommendes motivation, dømmekraft og didaktiske kompetencer er nøglen til at forløse teknologiens potentialer. Også når det kommer til interessestyrkelse. Med de rette lærerkompetencer, support og dedikation peger projektet på, at der er gevinster at hente i forhold til at bruge virtual reality til at styrke læringsudbytte, øge interesse og elevernes tro på egen formåen. Det er dog samtidig vigtigt at påpege, at projektet her ikke demonstrerer eller begrundes, at virtual reality i sig selv gør en forskel.

Overordnet peger ovenstående analyser på, at fremtidige projekter med virtual reality i undervisningen bør gennemføres med følgende spørgsmål i baghovedet:

1. Hvilket fagligt udbytte ønsker man, at eleverne opnår og hvilket didaktisk formål forventes virtual reality at tjene i den forbindelse?
2. Hvilket udbytte ønsker man hos eleverne, fx øget interesse el. læringsudbytte?
3. Hvordan kan de eksisterende applikationer inddrages meningsfuldt i undervisningen?
4. Er der den fornødne adgang, tid og support til at blive fortrolig med teknologien?
5. Hvorvidt levner hardware og software mulighed for, at læreren selv kan præge det?
6. Hvordan sikres sammenhæng mellem VR og undervisningsforløbets øvrige dele?

Derudover er følgende anbefalinger baseret på de erfaringer, der er gjort gennem projektet:

- Overvej og diskutér, hvilket formål det er, virtual reality skal være middel til at opnå – læring, interesse el. noget tredje?
- Prioritér at give lærerne didaktiske redskaber til at arbejde med forskellige muligheder for inddragelse af virtual reality og undersøgelsesbaseret didaktik
- Gå undersøgende til værks, og begynd teknisk simpelt (fx med VR-briller af karton) og evaluér formativt på, hvordan dette fungerer i undervisningen
- Gør interesse-styrkelse til en integreret del af undervisningsudvikling, der går forud for begrebsforståelse og eksperimentelt arbejde

Til inspiration for, hvordan de enkelte spørgsmål er adresseret i projektet her, kan du hente alle materiale på projektets hjemmeside: <https://epinionglobal.com/en/vrskolen/>.

6. Bilag: Kvantitative og kvalitative metoder

6.1 Kvantitativ metode for kvasi-eksperimentielt design

Med henblik på vurdering af effekten af integrationen af VR i undervisningsforløbet er der gennemført et kvasiekperiment med en før- midtvejs, og efter-måling på følgende constructs:

- Læringsudbytte
- Interesseudvikling
- Tro på egen formåen ('self-efficacy')
- Intentioner om klimarelaterede adfærdændringer ('behaviorial change intentions')
- Intentioner om at beskæftige sig med naturvidenskab ('STEM intentions')

Figur 10: Oversigt over besvarelser af målingerne fordelt på kommuneniveau

Kommune	Førmåling	Midtvejsmåling	Eftermåling
Frederiksberg	X	X	
Holstebro	X	X	X
Viborg	X	X	X
Gladsaxe	X	X	X
Aabenraa	X	X	X

Målingerne er gennemført i begyndelsen af forløbet (lektion 1). Herudover der gennemført en midtvejstest umiddelbart efter VR-interventionen med Grønlands-simulation (lektion 2). Derudover er der gennemført en afsluttende post-test i ved forløbets afslutning (lektion 6). I alt har 105 elever fordelt på de 5 deltagende skoler gennemført alle tests. Set-up og model lægger sig op ad den, der er beskrevet i Bonde m.fl., 2014. Alle klasserne er blevet delt ind i to halvdele, hvoraf det ene har fået VR-delen og den anden har fået VR-turen som normal video. Forløbet forberedes og er gennemført med teknisk og faglig støtte fra Virtual Learning Lab, KU.

Ved analyse af elevernes besvarelser af test og survey-spørgsmål (til måling af dygtighed, motivation, selvtillid, STEM-interesse mv.) er anvendt statistisk analyse og analysemodeller fra den moderne testteori. Disse psykometriske metoder (Rasch- eller IRT-modeller) er anvendt til at estimeres effekten af hvert af dels VR-interventionen og dels det designede undervisningsforløb som helhed. Der er lavet statistiske signifikans-analyser af resultaterne, og disse er afrapporteret løbende i rapporten.

6.2 Kvalitativ metode for vurdering af implementering

Til grund for analysen af udfordringer og muligheder identificeret i forbindelse med den institutionelle og pædagogiske integration ligger følgende kvalitative datakilder:

- Ved den afholdte designworkshop i marts 2019, blev der optaget videomateriale, der reflekterer lærernes præferencer og overvejelser omkring VR's muligheder og udfordringer i forbindelse med udviklingen af undervisningsforløb.

- En efterfølgende kvalitativ spørgeskema-evaluering blev gennemført blandt alle workshopdeltagende lærere, hvor de tilkendegav refleksioner og holdninger i forbindelse med integrationen af VR, forløbets struktur og oplevelsen.
- Efter afprøvning og gennemførelse af undervisningsforløbet i hver af de fem kommuner, er alle lærere blevet kontaktet med henblik på et opfølgende kvalitativt telefoninterview. Dette er gennemført med fire ud af de fem kommuner. Her er lærerne blevet interviewet om deres oplevelse med både VR-delen specifikt, hvad de vurderer som styrker og svagheder og om forløbet som helhed.

Analytisk er materialet blevet behandlet i skriftlig form og kodet med henblik på identifikation af mønstre på tværs af de fem skoler samt udvikling over tid. Rammen for analysen har været teknologi-integrationsmodellen om første- og anden ordensbarrierer ved introduktionen af ny teknologi i undervisning (Ertmer 1999). Denne distinktion vægter, at implementering ikke kun handler om ydre, eksterne betingelser for undervisningen men også om interne dispositioner hos lærerne såsom holdninger til ny teknologi, villighed til forandring og pædagogisk overbevisning.

7. Referencer

- Bonde, M. T., Makransky, G., Wandall, J., Larsen, M. V., Morsing, M., Jarmer, H., & Sommer, M. O. (2014). Improving biotech education through gamified laboratory simulations. *Nature biotechnology*, 32(7), 694.
- Burbules, N. C. (2006). Rethinking the Virtual BT - The International Handbook of Virtual Learning Environments. In J. Weiss, J. Nolan, J. Hunsinger, & P. Trifonas (Eds.) (pp. 37–58). Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-3803-7_1
- Ertmer, P. A. (1999). Addressing first-and second-order barriers to change: Strategies for technology integration. *Educational technology research and development*, 47(4), 47-61.
- Harackiewicz, J. M., Smith, J. L., & Priniski, S. J. (2016). Interest Matters: The Importance of Promoting Interest in Education. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 3(2), 220–227.
- Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The Four-Phase Model of Interest Development. *Educational Psychologist*, 41(2), 111–127. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_4
- Kamstrup, A. K. (2016). The wow-effect in science teacher education. *Cultural Studies of Science Education*, 11(4), 879-897.
- Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)?. *Contemporary issues in technology and teacher education*, 9(1), 60-70.
- Krogh, L. B., & Andersen, H. M. (2017). *Fagdidaktik i naturfag*. Frydenlund.
- Lent, R. W., Sheu, H. Bin, Miller, M. J., Cusick, M. E., Penn, L. T., & Truong, N. N. (2018). Predictors of science, technology, engineering, and mathematics choice options: A meta-analytic path analysis of the social-cognitive choice model by gender and race/ethnicity. *Journal of Counseling Psychology*
- Renninger, K. A., Bachrach, J. E., & Posey, S. K. (2008). Learner interest and achievement motivation. *Social psychological perspectives*, 15, 461-491.

8. Bilag

8.1 Signifikansniveauer

Resultat	Forskel mellem elever i video- og VR-grupperne			Main effects: Førte interventionen på tværs af grupperne til en samlet stigning fra før- til eftermålingerne?		
	Ændring fra før- til midtvejs-målingen	Ændring fra midtvejs- til efter-målingen	Ændring fra før- til efter-målingen	Ændring fra før- til midtvejs-målingen	Ændring fra midtvejs- til efter-målingen	Ændring fra før- til efter-målingen
Interesse for naturfag	p = .319	p = .382	p = .257	p = .003	p = .561	p = .053
Behavioural change intentions	p = .020	p = .197	p = .066	p = .419	p = .967	p = .389
Self-efficacy	p = .084	p = .028	p = .006	p < .001	p = .001	p < .001
Læring	p = .093	p = .084	p = .026	p < .001	p = .384	p < .001
STEM-intentioner	p = .144	p = .061	p = .185	p = .023	p = .274	p = .009

Note: Resultaterne fra kolonne 2 til kolonne 4 repræsenterer de signifikante værdier for ANCOVAer. Her er de specifikke testvariable (Interesse, Intentioner om klimaadfærd, tro på egen formåen, Læring og STEM-intentioner) defineret som afhængige variable og grupperne (VR/video) defineret som uafhængige variable. Scoren fra den tidligere måling er medregnet som en co-variate. Resultaterne fra kolonne 5 til kolonne 7 repræsenterer de signifikante værdier for gentagne ANCOVAer for hver testvariabel på tværs af begge grupper (dvs. De samlede resultater for både VR- og video-grupperne).

8.2 Spørgeskema

Nedenfor fremgår de spørgsmål og udsagn, eleverne har besvaret eller angivet deres enighed i forhold til i før, midtvejs og eftermåling. Svar mulighederne har været helt enig, nærmest enig, hverken enig eller uenig, nærmest uenig eller helt uenig i alle bortset fra læringsudbytte.

Interesse

- Jeg er interesseret i de videnskabelige forklaringer på klimaforandringer
- Jeg er interesseret i albedo-effekt
- Jeg er interesseret i drivhuseffekten
- Jeg er interesseret i klimaforandringer

Tro på egen formåen

- Jeg kan sagtens forstå de basale årsager til klimaforandringerne
- Jeg kan sagtens lære selv de sværeste forklaringer på, hvorfor der er klimaforandringer
- Jeg kan sagtens lære selv de sværeste videnskabelige begreber om klimaforandringer
- Jeg kan sagtens opstille videnskabelige hypoteser

- Jeg er sikker på, at jeg kan afprøve videnskabelige hypoteser
- Jeg er sikker på, at jeg kan opstille et forsøg, som kan bekræfte eller afkræfte hypoteser

Intentioner om ændret klimaadfærd

- Jeg vil være mere klimabevidst i min hverdag
- Jeg vil fortælle mine venner/familie om klimaforandringer
- Klimaforandringer er meget vigtige for mig

Intentioner om at beskæftige sig med naturfag

- Jeg vil meget gerne skrive projektopgave om miljø, energi og/eller klima
- Efter skolen kunne jeg godt finde på at søge ind på en naturvidenskabelig gymnasieretning
- Efter gymnasiet har jeg tænkt mig at søge ind på en naturvidenskabelig uddannelse (eks. geografi, teknologi, ingeniørvidenskab, matematik)
- Jeg vil meget gerne have et arbejde med fokus på miljø, energi og/eller klima

Læringsudbytte

Hvor meget er temperaturen steget i Grønland i løbet af de sidste to årtier? (Sæt ét X)

- 1 grad celsius
- 5 grader celsius
- 14 grader celsius
- Den er ikke steget

Hvad mener man med drivhuseffekten? (Sæt ét X)

- Et isolerende lag af gasser rundt om jorden, som holder på varmen
- Luftforurening fra fabrikker og biler, der danner "dyne" over mange storbyer
- Et isolerende lag af gasser rundt om jorden, som holder jorden kølig
- Når der går hul i Ozonlaget, og jordens ilt slipper ud i atmosfæren

Hvilken luftart, som bidrager til en forøgelse af drivhuseffekten, er der blevet udledt markante mængder af i atmosfæren i løbet af de seneste år? (Sæt ét X)

- Ilt
- Kulilte
- Kultveilte
- Kuldioxid

Hvornår startede den menneskeskabte forøgelse af drivhuseffekten for alvor? (Sæt ét X)

- Under den industrielle revolution i 1800-tallet
- Under oliekrisen i 1970'erne
- Under Anden Verdenskrig i 1940'erne
- Under klimakrisen i 1990'erne

Det største menneskelige bidrag til drivhuseffekten stammer fra (Sæt ét X)

- Plastik i havene
- Fossile brændstoffer
- Atomkraft
- Sol- og vind-energi

Hvad har man eksperimenteret med for at modvirke forsureningen af havene omkring Grønland? (Sandt/Falsk – ét X i hver række)

	Sandt	Falsk
• At forbyde udledning af smeltevand		
• At fjerne plastik og andre forurenere fra havene		
• At etablere tangskove		
• At tilsætte et basisk materiale til havet		

Hvad er sandt og falsk om albedo? (Sandt/Falsk – ét X i hver række)

	Sandt	Falsk
• Albedo er et lag af gasser som regulerer jordens temperatur		
• Albedo er et mål for stråling som bliver reflekteret tilbage ud i rummet		
• Albedo er også navnet på en international aftale om global opvarmning		
• Albedo er et mål for stråling som bliver absorberet, når solen rammer jordens overflade		
• O ₂ , CO ₂ , NO ₂ og CNO ₂ har en høj albedo		
• Havvand og land har en høj albedo		
• Sne og is har en høj albedo		
• Albedo er en drivhusgas		

Hvad sker der med planeten, når isen og sneen i Grønland smelter? (Sandt/Falsk – ét X i hver række)

	Sandt	Falsk
• Planeten opvarmes via is-albedo feedback		
• Temperaturen falder fordi isen og sneen frigiver kølige gasser		
• Temperaturen falder fordi havene nedkøles		
• Lufttemperaturen stiger, fordi der er mindre sne og is		
• Det fører til en højere koncentration af koraller		
• Det fører til øget refleksion af energi, som nedkøler planeten via is-albedo feedback		

Hvad sker der, hvis sod lægger sig på is og sne? (Sandt/Falsk – ét X i hver række)

	Sandt	Falsk
• Soden isolerer og forhindrer isen og sneen i at smelte		

- Soden opløses gradvist og intet andet sker
- Soden nedkøles og udleder drivhusgasser
- Soden absorberer solens stråling, så sne og is smelter

Hvilken sammenhæng er der mellem drivhuseffekten og smeltningen af is?

- Der er ingen sammenhæng
- Når vand skifter fra fast til flydende form, frigives der CO₂, da varmere vand binder mindre CO₂ end is. Dette bidrager til en forøgelse af drivhuseffekten
- Når is smelter stiger temperaturerne i havene. Dette får plastik i havene til at udlede drivhusgasser, som øger drivhuseffekten
- Når vand skifter fra fast til flydende form, optages der CO₂, da varmere vand binder mere CO₂ end is. Dette bidrager til en formindskelse af drivhuseffekten

Hvor mange mennesker forventes at skulle evakueres i løbet af dette århundrede som følge af stigninger i havniveau produceret af smeltende is?

- Mellem 10 millioner og 100 millioner
- Ca. 5 millioner
- Ca. 500.000
- Mindre end 100.000

Epinion Aarhus

Hack Kampmanns Plads 1-3
8000 Aarhus C
Denmark

T: +45 87 30 95 00

E: aarhus@epinionglobal.com

Epinion Brussel

Brussel nationaal bus 25
1930 Zaventem
Belgium

E: contact@epinionglobal.com

Epinion Copenhagen

Ryesgade 3F
2200 Copenhagen N
Denmark

T: +45 87 30 95 00

E: copenhagen@epinionglobal.com

Epinion Hamburg

Ericusspitze 4
20457 Hamburg
Germany

T: +43 (0)699 13180416

E: hamburg@epinionglobal.com

Epinion London

D'Albiac House (room 1015-1017)
Cromer Road, Heathrow central
area, Hounslow, TW6 1SD

T: +44 (0) 7970 020793

E: london@epinionglobal.com

Epinion Malmö

Adelgatan 5
21122 Malmö
Sweden

E: contact@epinionglobal.com

Epinion Stockholm

Terminal 4 plan 4
Office no. 4309B
19045 Stockholm/Arlanda
Sweden

E: contact@epinionglobal.com

Epinion Singapore

60 Paya Lebar Road
#08-43 Paya Lebar Square
Singapore

E: contact@epinionglobal.com

Epinion Vienna

Hainburgerstrasse 20/7
1030 Kefnna
Austria

T: +43 (0)699 13180416

E: kefnna@epinionglobal.com

Epinion Vietnam

11th Fl, Dinh Le Building,
1 Dinh Le, Dist. 4, Hcmc
Vietnam

T: +84 28 38 26 89 89

E: hcmc@epinionglobal.com