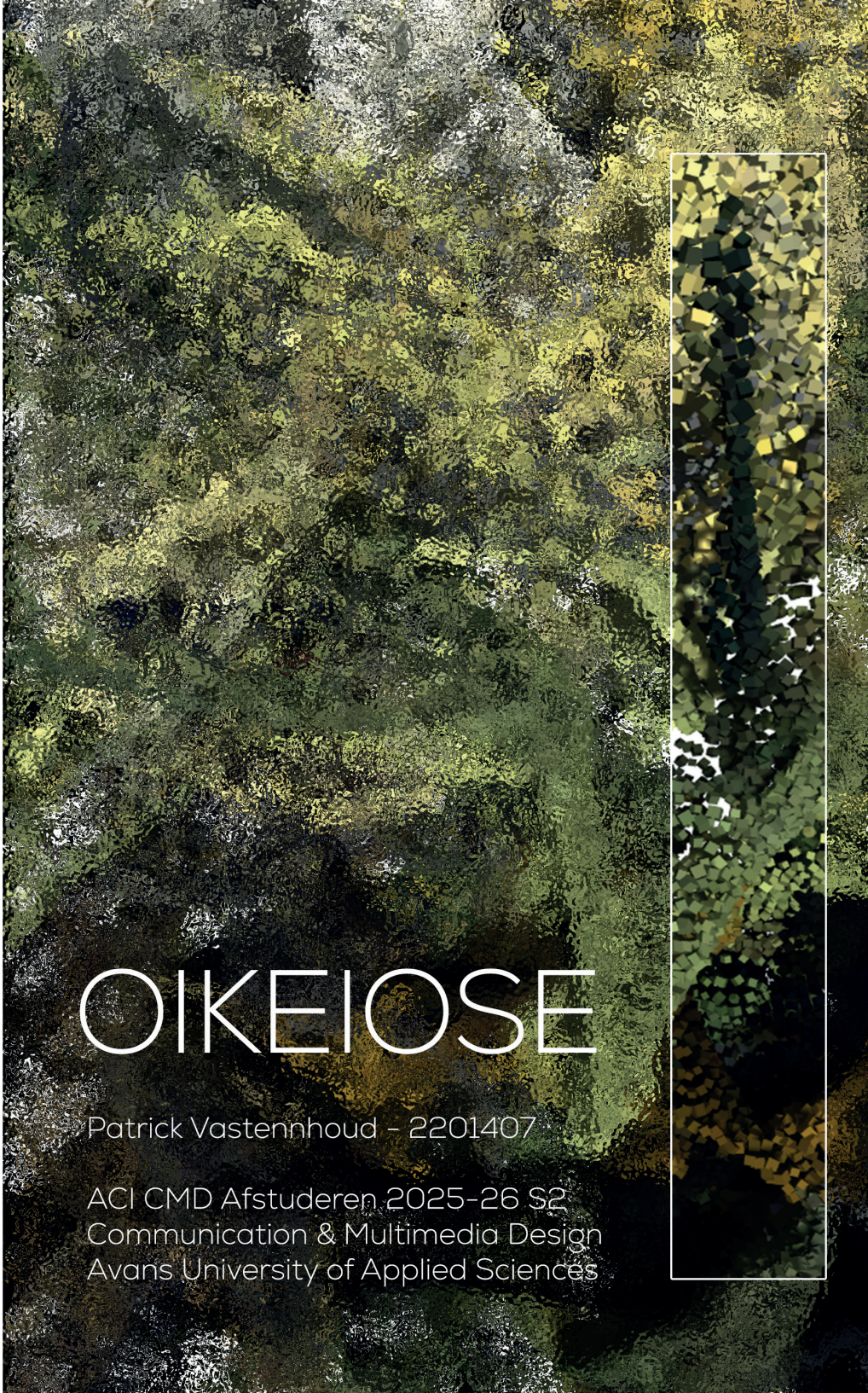


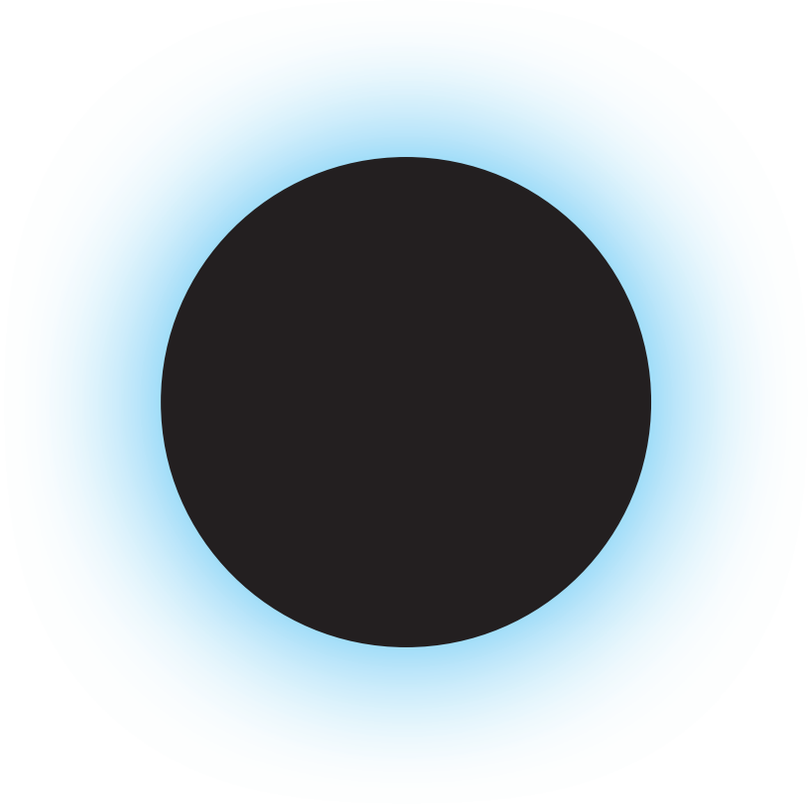
OIKEIOSE

Patrick Vastennhoud - 2201407

ACI CMD Afstuderen 2025-26 S2
Communication & Multimedia Design
Avans University of Applied Sciences

Inhoudsopgave

Voorwoord	P.5
Inleiding	P.6
Ik als ontwerper	P.7
FASE 1 - Vierde dimensie	**P.8**
Wat is de vierde dimensie?	P.10
Tijd is niet absoluut	P.11
Experimenteren	P.12
Conclusie	P.15
FASE 2 - Quantumfysica	**P.16**
De start	P.20
Bezoek aan Quantumkunst expo	P.22
Experimenteren met quantumprincipes	P.24
Hoe visualiseer je quantum?	P.26
Inspiratie Amy Karle	P.27
Prototype	P. 30
Koffie drinken met Jor Frencken	P.32
Bezoek 3x3 Philip Vermeulen	P.34
Conclusie	P.36
FASE 3 - Filosofie van de natuurwetenschappen	**P.38**
Interview Sander Otte	P.40
Quantum, de oerknal en God	P.42
Nieuwe hoofdvraag	P.44
Ontstaan prototype vormkracht	P.46
Uitwerken prototype vormkracht	P.48
Inzichten prototype vormkracht	P.50
Koffie drinken met Maarten van Buuren	P.52
Conclusie	P.54
Is quantumtechnologie een hype?	P.56
Hoe denkt het grote publiek over quantum?	P.57
Hoe probeert de mens de wereld te begrijpen?	P.58
Hoe de grondleggers in een filosofische crisis zaten	P.60
De many worlds theory	P.61
Quantumprincipes zorgen voor verbondenheid	P.62
Conclusie	P.63
Nieuwe hoofdvraag	P.64
Ontwerpvraag	P.65
Ontwerpcriteria	P.66
Inspiratie	P.68
Het concept	P.70
Waarom geschilderde landschappen?	P.73
Welke quantumprincipes komen voor?	P.74
Hoe ik de gebruiker deelnemer laat voelen	P.78
Testen	P.79
Feedback	P.80
Audio	P.82
Plaatsing ontwerp	P.83
Context van de ervaring	P.87
Eindproduct OIKEIOSE	**P.88**
Testen	P.90
Testopzet	P.91
Testconclusie	P.92
Conclusie	P.94
Wat zou ik doen met meer tijd?	P.95
Dankwoord	P.96
Bronvermelding	P.97
Bijlage	P.102



Disclaimer
In deze exploratie is gebruikgemaakt van Google Gemini Pro, een Large Language Model dat is ingezet voor het herschrijven van tekst en het verbeteren van grammatica en spelling. Indien AI op een andere wijze is ingezet, wordt dit expliciet in de tekst vermeld.

Voorwoord

Dit project is ontstaan uit mijn fascinatie voor natuurkunde en de filosofie achter het ontrafelen van de onderliggende realiteit.Mijn doel is om abstracte theorieën tastbaar en ervaarbaar te maken door middel van interactieve digitale media. Hoewel het startpunt lag bij het verbeelden van vierdimensionale ruimtes, verschoof de focus al snel naar de wereld van de quantummechanica. Het project transformeerde tot een conceptuele verkenning van de relatie tussen mens, natuur en wetenschap.

Dit project nam behoorlijk veel uitdagingen met zich mee. Het verenigen van theoretische natuurkunde, filosofie en digitale techniek bleek een ingewikkeld proces. Er zijn momenten geweest waarin ik vastliep variërend van wetenschappelijke inzichten die mijn aannames corrigeerden tot technische grenzen en de complexiteit van de materie zelf. Dit proces vroeg dan ook om meer dan alleen creatieve en technische antwoorden. Het is ook een persoonlijke uitdaging geweest om altijd door te zetten en ondanks de tegenslagen kritisch te blijven op mijn ontwerpkeuzes. Deze exploratie geeft een inkijk in hoe ik van abstracte theorieën een digitaal interactief ontwerp heb gemaakt. Het toont ook mijn persoonlijke verkenning op het gebied van natuur, wetenschap, filosofie en ontwerp.

Inleiding

Quantummechanica is fascinerend. De quantumprincipes bepalen fundamenteel hoe de natuur zich vormt en gedraagt. Vanuit de filosofie wordt dit zelfs gezien als een scheppingskracht die diep geworteld zit in de natuur zelf.

Het is zorgelijk dat media en instanties die er profijt aan hebben enorme speculatieve beloftes doen rond quantumtechnologie. Als we erop gokken dat nieuwe technologie onze complexe wereldproblemen wel even oplost, zonder onze houding ten opzichte van de aarde te veranderen, koersen we af op de afgrond. Deze materialistische blik drijft ons nog verder af van de natuur en leidt tot een verlies van bescheidenheid, verwondering en verbondenheid.

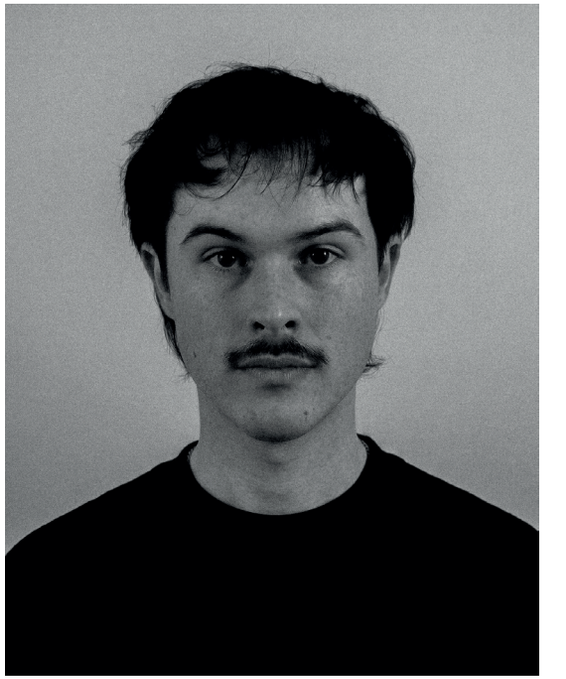
Omdat dit ons allemaal aangaat, zijn deze abstracte principes interactief invoelbaar gemaakt binnen de context van de mens en de natuur. In dit ontwerp gebruik ik technologie dan ook niet om te berekenen en beheersen, maar juist om te voelen en te verbinden.

Het onderzoek heeft geleid tot de volgende onderzoeksvraag:

“Hoe kan een **interactief** ontwerp abstracte **quantumprincipes** ervaarbaar maken, om zo de bezoeker te verwonderen en een hernieuwd gevoel van **verbondenheid** met de **natuur** te laten ervaren?

Onderwerpontwikkeling

De basis voor het definitieve onderwerp is ontstaan door verschillende experimenten. Door diverse thema’s te onderzoeken en deze steeds een stapje verder te brengen, lukte het om de uiteindelijke rode draad te vinden in het onderzoek. Dit proces leidde uiteindelijk tot de kern van het project.



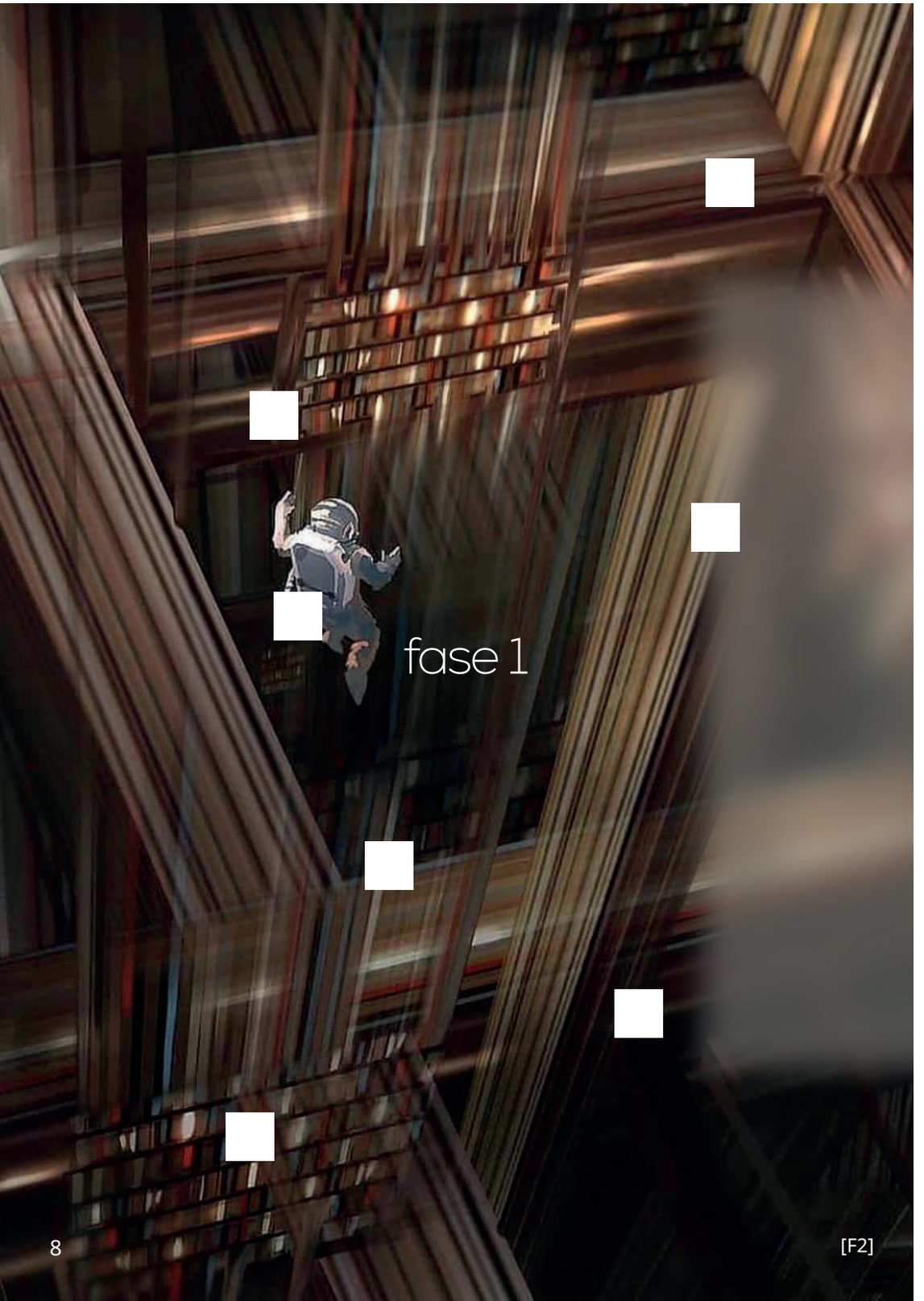
[F1]

Ik als ontwerper

Mijn positionering als New Media artist is gebaseerd op het idee dat de beste manier om iemand van iets te overtuigen, is door diegene het te laten ervaren.

In mijn ogen is het proberen de achterliggende structuur van de realiteit te ontrafelen een van de meest belangrijke dingen die we als mens zouden moeten doen. Het verduidelijkt onze plaats in de kosmos en leidt tot technologische en filosofische vooruitgang.

Met dit onderzoek wilde ik de raakvlakken tussen kunst, wetenschap, filosofie, technologie en maatschappij verkennen.

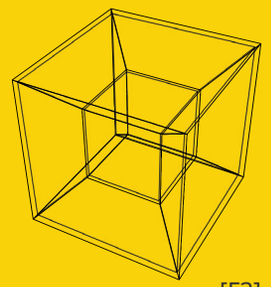


vierde dimensie

[F2]

Hoofdvraag: “Hoe kan interactieve technologie worden ingezet om de menselijke perceptie van een vierdimensionale ruimte te faciliteren en te sturen?”

Dit oorspronkelijke idee was onstaan om de gebruiker bepaalde wetenschappelijke theoriën te laten ervaren. Volgens deze theorieën zijn we dan precies waar we moeten zijn en dat betekent dat ons hele leven als één verbonden patroon in de vierde dimensie aanwezig is. [1] Zo wil ik de gebruiker laten nadenken over de ware aard van de werkelijkheid die je denkt te kennen. Het doel was een interactieve ervaring waarin gebruikers door een vierdimensionale ruimte bewegen om verwondering, nieuwsgierigheid en perspectiefverschuiving op te roepen. Geïnspireerd door de film interstellar, waarin Christopher Nolan & Kip Thorne een tesseract-ruimte op een indrukwekkende manier weten te visualiseren. In deze ruimte is tijd fysiek toegankelijk. waardoor hij toegang heeft tot het verleden, heden en de toekomst. Mijn focus lag vooral bij het idee om de mysteries van het universum in kaart te brengen.

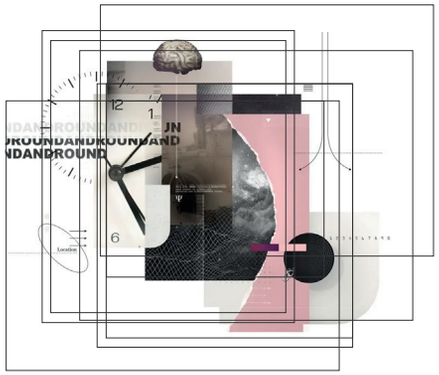


[F3]

Wat is de vierde dimensie?

De vierde dimensie wordt vaak benadrukt als tijd. Om een gebeurtenis in het universum te beschrijven, heb je drie coördinaten nodig voor de plek (lengte, breedte, hoogte) en één voor het moment (tijd). Zonder die vierde dimensie kun je nooit met iemand afspreken. Je bent dan wel op de juiste plek, maar niet op de juiste tijd.[1]

Een ruimtelijke vierde dimensie is een theoretische, extra onafhankelijke verplaatsingsrichting naast lengte, breedte en hoogte. die niet direct waarneembaar is voor mensen. [1]



[F4]

[F9]

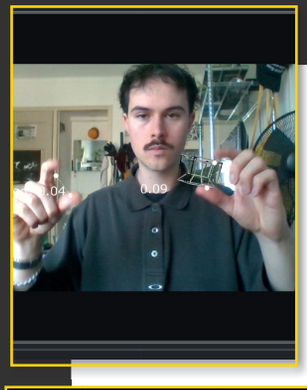
Tijd is niet absoluut

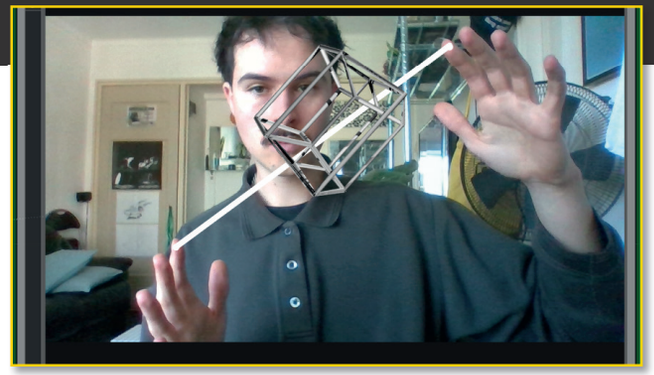
Dat tijd niet absoluut is, is een van de meest fascinerende ontdekkingen uit de natuurkunde (met dank aan Albert Einstein). Het betekent simpelweg dat tijd geen universele klok is die voor iedereen in het universum precies even snel loopt. Hoe snel de tijd voor jou tikt, hangt af van snelheid en zwaartekracht. [2]

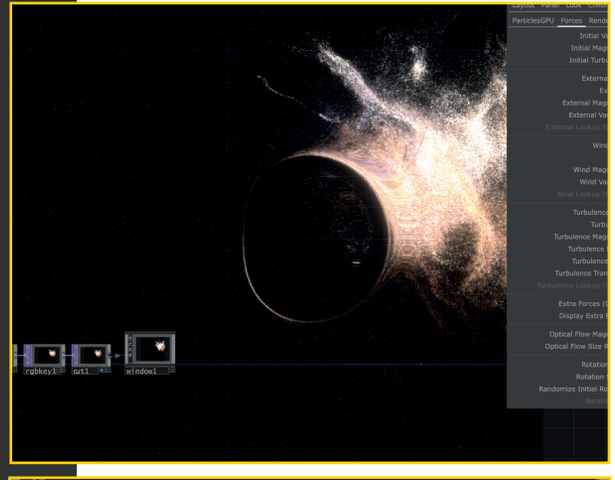
Snelheid: Hoe sneller je beweegt, hoe langzamer de tijd voor jou gaat (vergeleken met iemand die stilstaat). Dit noemen we tijddilatatie.[2]

Zwaartekracht: Hoe sterker de zwaartekracht om je heen, hoe langzamer de tijd loopt. De tijd tikt op de top van de Mount Everest dus een fractie sneller dan op zeeniveau.[2]

Experimenteren

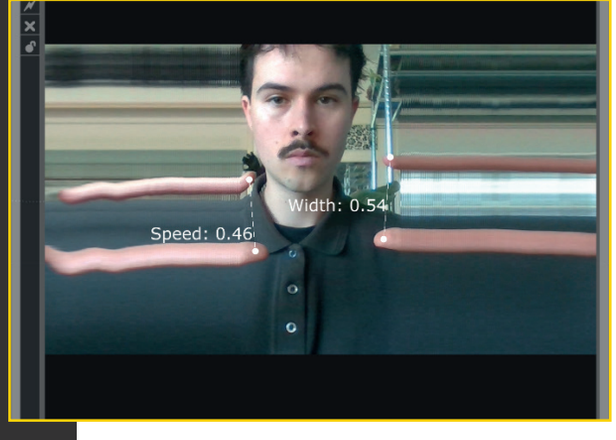








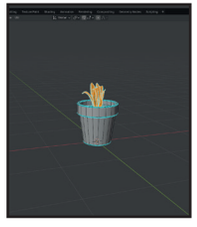
[F5]



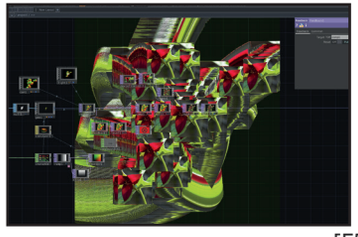
4D Plant - Prototypemarkt

Voor de prototype-markt was mijn doel om vierdimensionale geometrie te betrekken in mijn ontwerp, maar dit is helaas niet gelukt en dat vond ik erg zuur, omdat die onzichtbare vierdimensionale richting in mijn ogen een belangrijk detail is. Een ander belangrijk aspect van de vierde dimensie is uiteraard 'tijd'. Dus wilde ik in dit prototype vooral het tijdelement van de vierdedimensie naar voren laten komen. Om aan te tonen dat je in de vierde dimensie 'iets' in zijn volledige bestaan in èèn keer kunt zien leek het mij interresant om een levend object te pakken, omdat je dan duidelijk de geboorte, bloei en sterfproces kunt zien. Het zou dan al helemaal ideaal zijn als dit object zich niet kan verplaatsen.

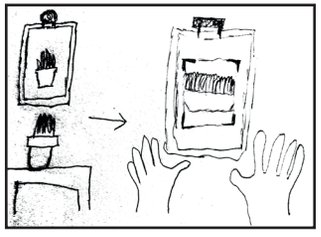
Daarom heb ik dus gekozen voor een plant. Het doel van dit prototype is dat het interactief is en dat het laat zien dat 'iets' in de vierde dimensie tijdloos is en dat je dus het leven van het plantje in èèn keer volledig kunt zien.



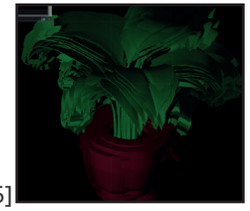
[F6]



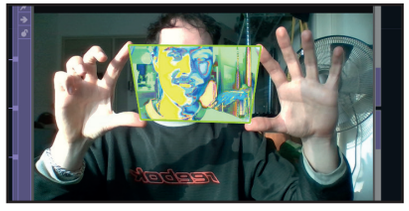
[F5]



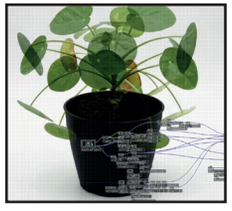
[F7]



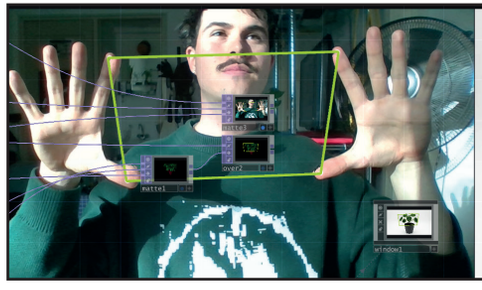
[F5]

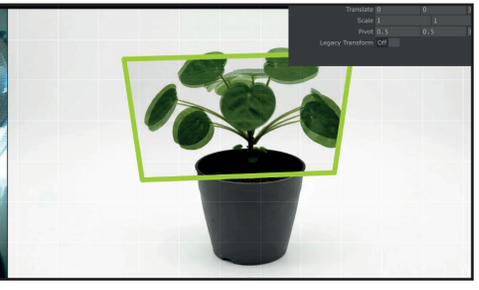


[F5]

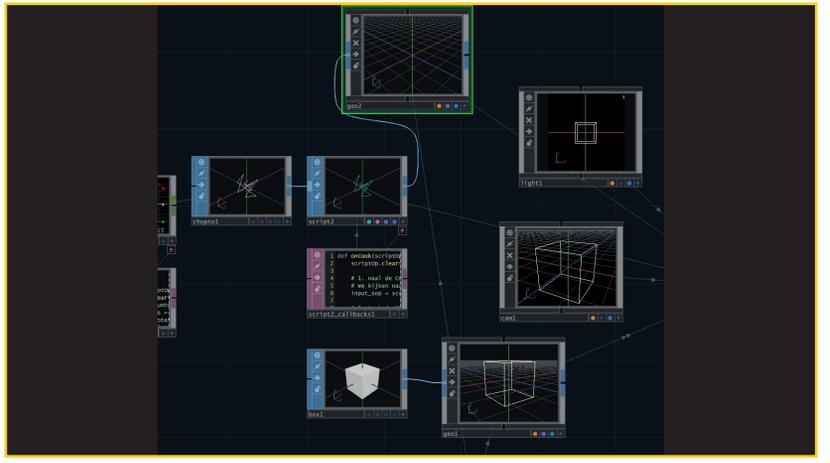


[F5]

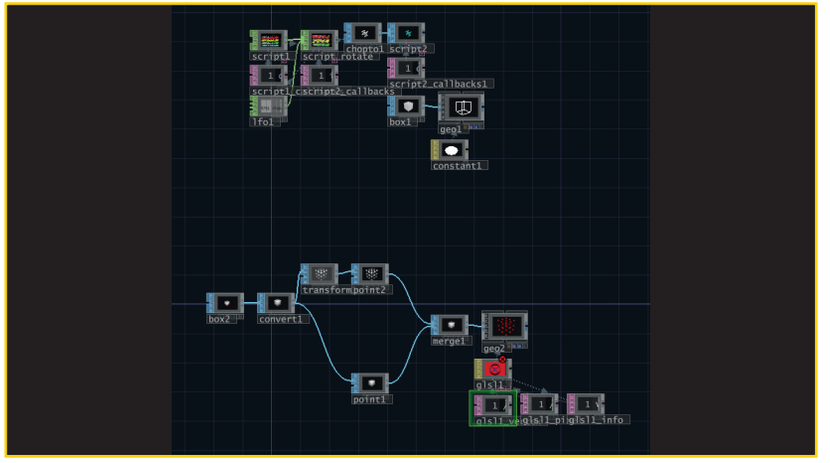




[F5]

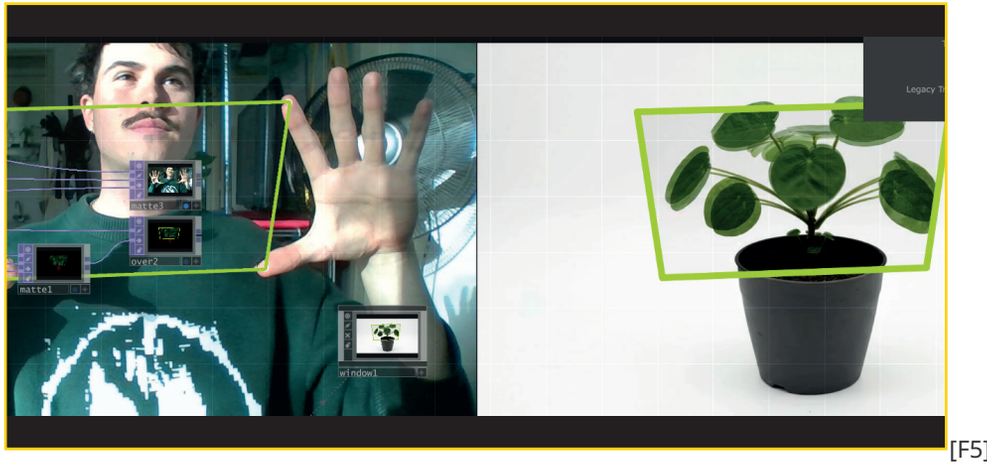


[F5]



[F5]

De render-engine van TouchDesigner (en de onderliggende Surface Operators of SOPs) is gebaseerd op een 3D-coördinatenstelsel (\(x, y, z\)). Er zijn geen standaard nodes die direct 4D-coördinaten (\(x, y, z, **w**\)) ondersteunen of begrijpen. Ik heb nog geprobeerd met Python script (gegenereed door AI) nieuwe ruimtelijke dimensies te maken die pas verschijnt wanneer je in die nieuwe 'w' as beweegt. Maar dan moet je zelf transformaties plat slaan naar een \(x, y, z\)-coördinaatsysteem. Dit voelde veelste ambitieus aan.



[F5]

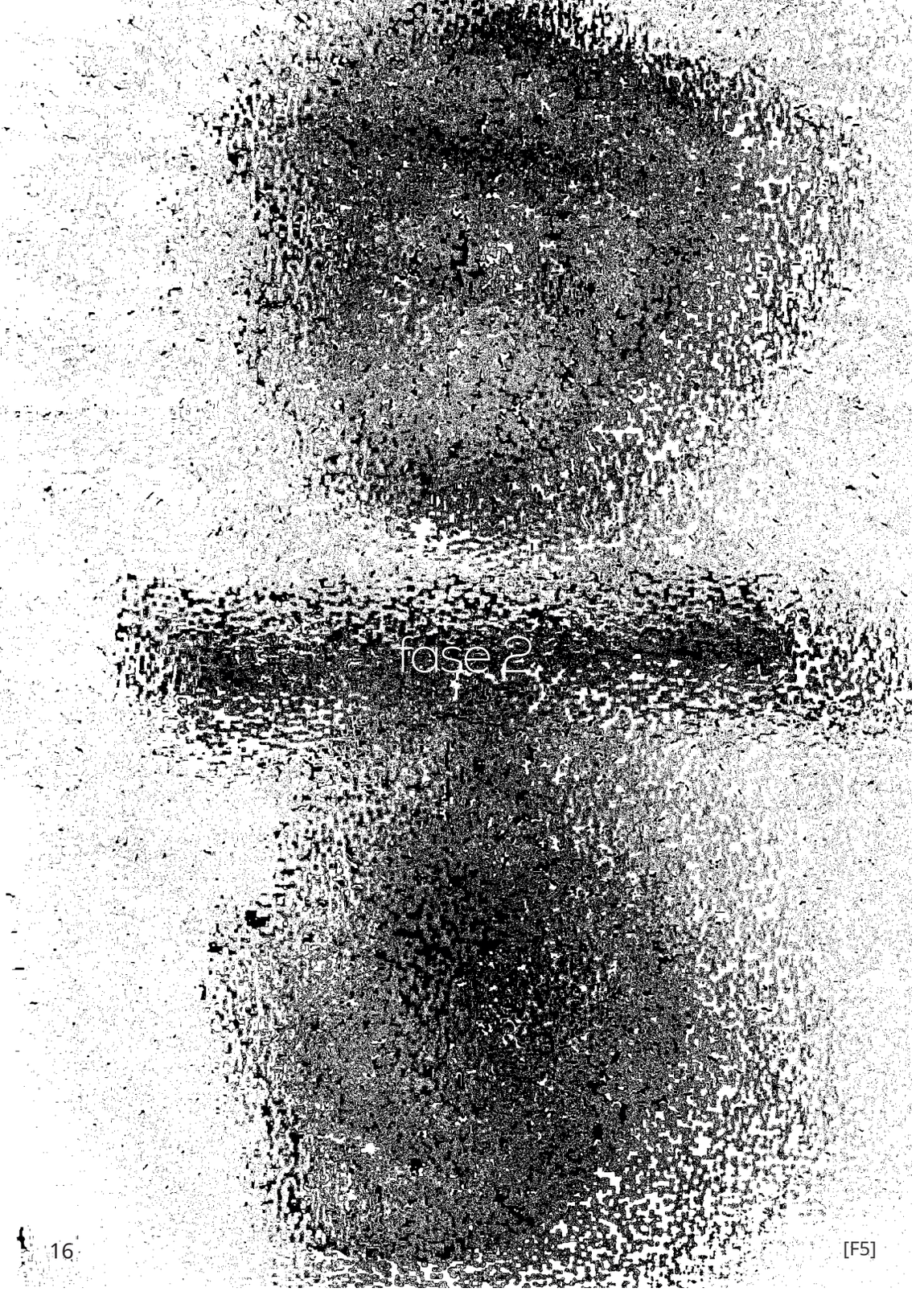
Feedback op 4D plant

Op mijn prototype '4D-plant' heb ik van mijn jaargenoten erg positieve feedback mogen ontvangen. Ze vonden het er vooral erg cool uitzien en het werkte goed. Ik had gehoopt op iets meer kritische vragen of opmerkingen. Nu kreeg ik vooral de vraag waarom ik niet de vierdemensionale geometrie niet liet zien. Alsin het idee dat je een object vanuit elk perspectief mogelijk inclusief de binnenkant ziet. Toen heb ik toegegeven dat ik dat heb geprobeerd, maar dat het me niet gelukt is.

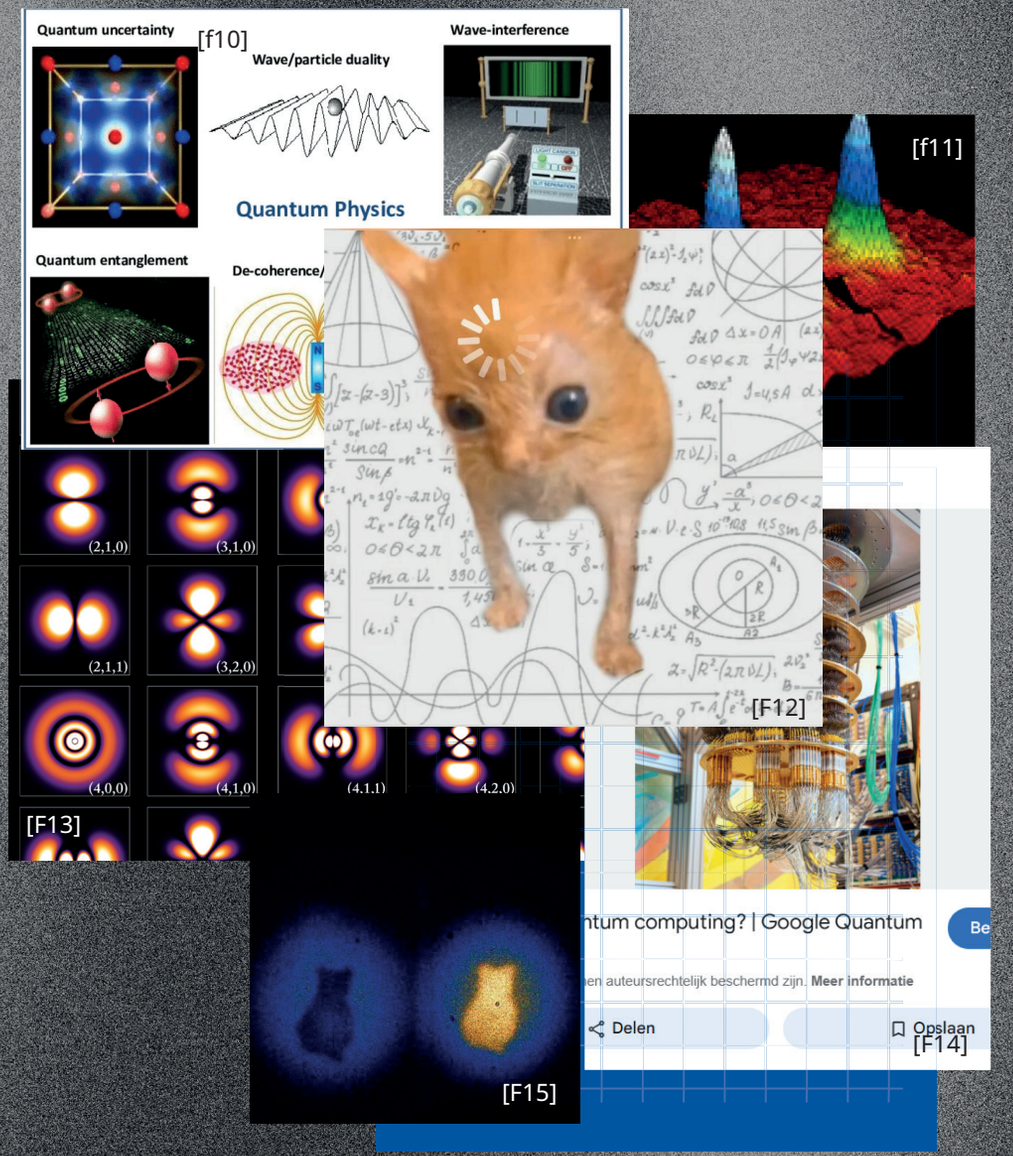
Conclusie

De vierde dimensie is een mooi en fantasierijk concept. De mensen met wie ik over dit onderwerp heb gesproken of die mijn prototype hebben getest zijn bijna altijd enorm geïnteresseerd maar ook erg onwetend over het onderwerp. Het proces is tot nu toe vrij speculatief verlopen en naar mijn idee zal dat ook blijven aanhouden als het zo doorgaat. Terwijl de bedoeling is om de gebruiker een beter idee te geven over hoe zo'n vierdimensionale ruimte in elkaar steekt.

Vierdimensionale ruimtes zijn wiskundig fascinerend, maar ze blijven een hypothetisch gedachte-experiment zonder maatschappelijke urgentie. Daarom maak ik de overstap naar de quantummechanica. Dit vakgebied ligt momenteel op de frontlinie van de wetenschap en daagt onze blik op de werkelijkheid echt uit.



quantumfysica



[f10]

[f11]

[F12]

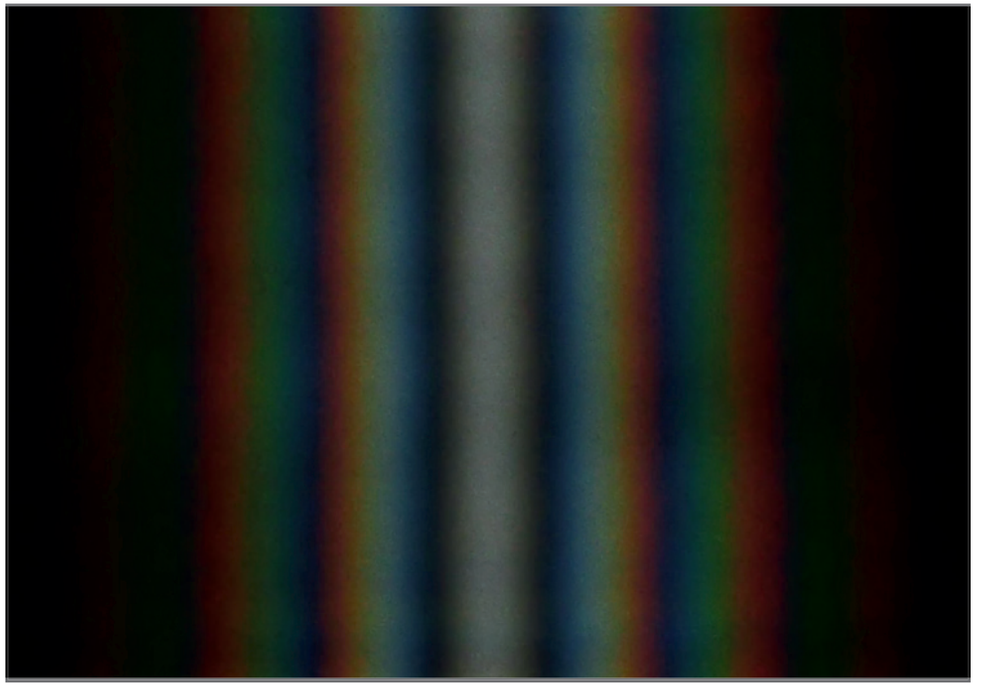
[F13]

[F14]

[F15]

Quantum

Binnen deze exploratie kies ik bewust voor de spelling “quantum” boven het vernederlandste “kwantum”. Het woord stamt rechtstreeks af van het Latijnse quantum (hoeveelheid). Veel academici geven de voorkeur aan de originele Latijnse schrijfwijze omdat het de historische en wiskundige wortels van de discipline eert. “Kwantum” voelt als een te sterke vernederlandsing die de betekenis van het begrip aantast. [3]



[F16]

Quantumfysica is de studie van de natuur op het allerkleinste niveau. Wat dit quantum zo fascinerend maakt, is dat de natuur zich hier gedraagt op een manier die totaal botst met ons gezonde verstand en onze dagelijkse logica.

Op deze nanoschaal gelden namelijk hele andere natuurwetten. Deeltjes kunnen zich op meerdere plekken en in meerdere toestanden tegelijk bevinden (superpositie) en ze kunnen, ongeacht de afstand, direct met elkaar verbonden blijven (verstrengeling). Bovendien gedragen ze zich de ene keer als een compact deeltje en de andere keer als een golvende beweging. Hun gedrag verandert zodra er iemand naar kijkt (het waarnemers effect).[4]

Mijn broer (Lucas Vastenhoud) heeft zijn bachelor behaald voor de studie Technische natuurkunde in Delft. Met mijn broer heb ik uitgebreid gepraat over hoe dit afstudeerproject omgebogen zou kunnen worden naar quantumfysica, aangezien ik al bezig was met een thema over 'de geheimen van het universum' het ligt in hetzelfde straatje als het verduidelijken van onze plaats in de komsos en onderwerpen die leiden tot technologische en filosofische vooruitgang.

DE START

Hoe kan een interactieve ervaring over quantummechanica gebruikers beter informeren over quantumprincipes?

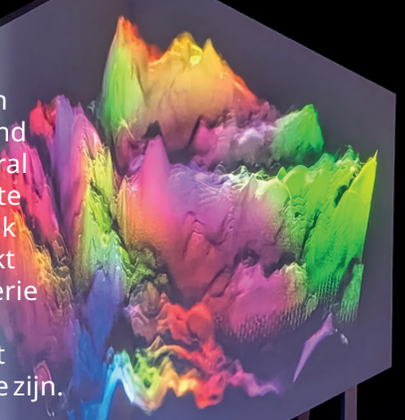
Quantumfysica brengt een hoop wetenschappelijke theoriën met zich mee. Over het algemeen zijn ze voor veel mensen erg lastig om te begrijpen. Ik ben ervan overuigd dat je iets beter kunt begrijpen door het te ervaren. Daarom wil ik de quantumprincipes ervaarbaar maken met een interactief ontwerp.

Nederland is wereldwijd een koploper op het gebied van quatumtechnologie. In Delft werken ze nu al aan Post-Quantum Cryptografie om data nu al veilig te stellen tegen de hack-methoden van de quantumcomputer in de toekomst. [5] Er wordt zelfs gesproken over dat onderzoekers op maat gemaakte medicijnen kunnen ontwikkelen, economische crisissen kunnen voorspellen, klimaatmodellen optimaliseren en nog veel meer. [6]

Quantum Technologie

Bezoek aan MU Explorations of uncertainty

Aangezien ik ben begonnen aan een onderzoek richting quantummechanica en interactieve ervaringen heb ik een bezoek gebracht aan de expositie van MU in Strijp-s. Bij deze tentoonstelling kon je de werken bekijken van dertien internationale kunstenaars die de mogelijkheden van quantum verkennen op verschillende manieren. Een aantal werken waren geinspireerd door de quantumtheorie terwijl er ook samenwerkingen tussen stonden met quantumwetenschappers of zelfs quantumcomputers.



Ik liep hier rond met mijn hoofdvraag in het achterhoofd om te kijken of ik daarmee een verband zou kunnen leggen. Vooral het kunstwerk op de grote afbeelding rechts, vond ik erg goed. Het werk maakt deel uit van de Adsum-serie (Latijn voor 'ik ben hier'), die reflecteert op wat het betekent om aanwezig te zijn.

Licht, beweging van de bezoekers en reflectie van de glazen platen zorgde samen voor interessante beelden waarin de ruimte leken te verschijnen en te verdwijnen.

Dit bezoek heeft voor mij bevestigd dat je quantum niet alleen moet proberen te begrijpen met theorie , maar dat je het ook moet ervaren.

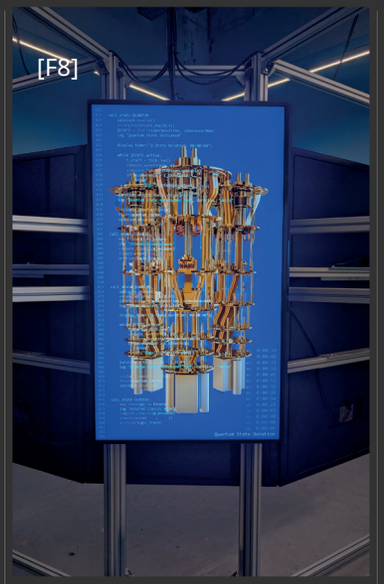
[F8]



[F8]



[F8]



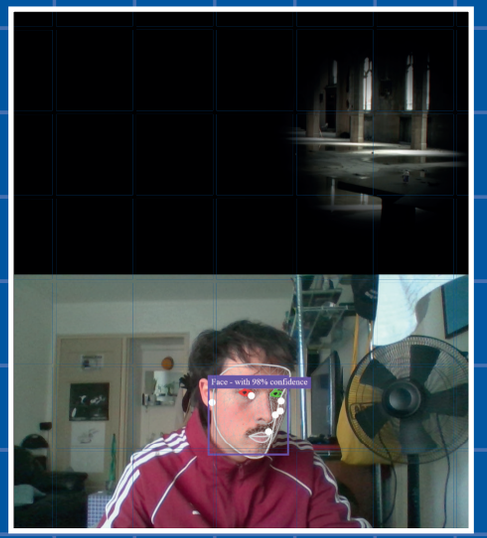
[F8]



[F8]

Nadat ik mij had vastgebeten in het theoretisch-onderzoek over quantumfysica had ik nog moeite met de wetenschappelijke concepten over quantummechanica te visualiseren. Daarom ben ik begonnen met experimenteren om op een startpunt te kunnen komen.

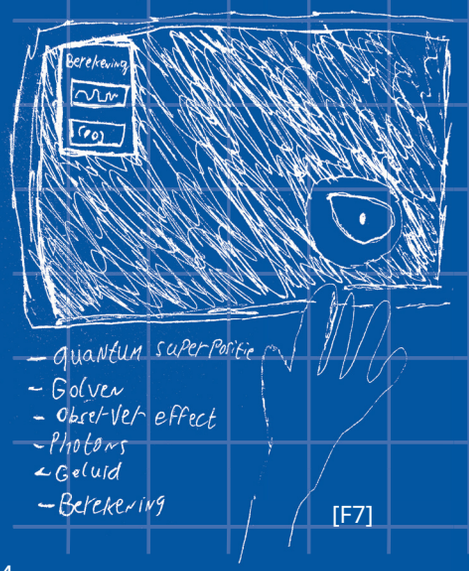
Hoe maak je quantum-principes ervaarbaar?



[F5]

In TouchDesigner ben ik gaan experimenteren met de interactieve mogelijkheden van motion tracking. Dankzij de MediaPipe-plugin kon ik het menselijk lichaam inzetten als directe interface. Een van mijn eerste ideeën voor een prototype rondom het thema 'quantum' was gebaseerd op het onbepaaldheidsprincipe.

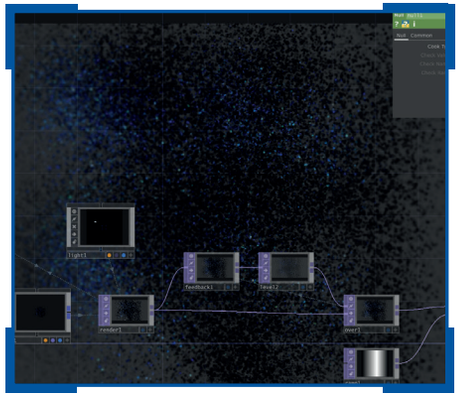
Mijn visie was dat de gebruiker in een volledig duistere ruimte op zoek moest gaan naar een quantumdeeltje. Hoewel de techniek goed werkte en het er visueel aantrekkelijk uitzag, was het concept inhoudelijk niet heel sterk, het was simpelweg veel te makkelijk om het deeltje te vinden, terwijl dat in de werkelijkheid natuurlijk bijna onmogelijk is.



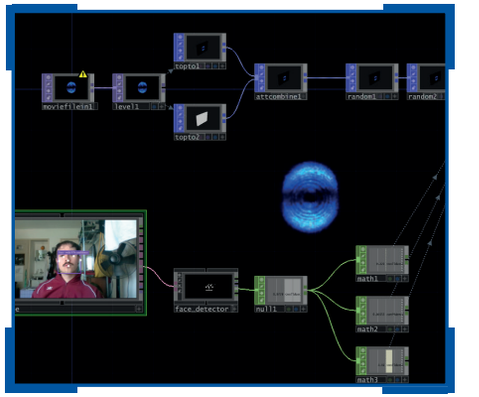
[F7]



[F5]



[F5]



[F5]

Een van de zogeheten quantumwonderen is dat een deeltje zich in meerdere toestanden tegelijkertijd kan bevinden. Zolang het niet wordt waargenomen, bevindt het zich in een waarschijnlijkheidsgolf, waardoor het als het ware overal tegelijk is. Pas op het moment van waarneming stort deze golffunctie in, en wordt het deeltje gedwongen om één specifieke positie of richting aan te nemen.

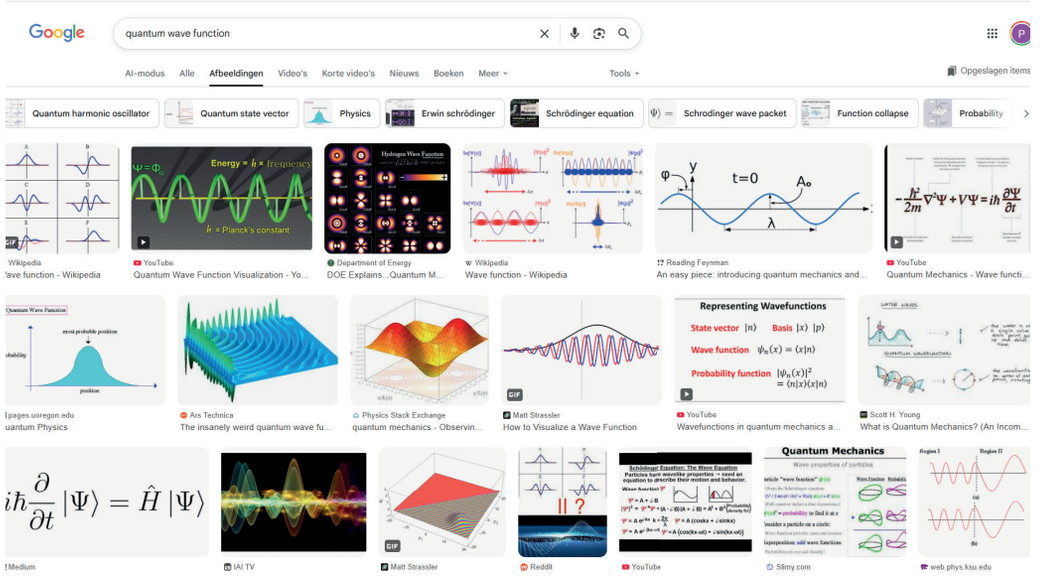
Omdat er geen eenduidige visualisatie van zo'n quantumsuperpositie bestaat en de theorie abstract blijft, heb ik dit vertaald naar een pointcloud van chaotisch bewegende deeltjes. Zodra het systeem via de camera een gezicht detecteert (de waarnemer) transformeert de pointcloud in één vast, gedefinieerd deeltje.

Feedback

Hoewel de techniek werkte, bleek uit de feedback dat de visualisatie nog te wensen overliet. Na een gesprek met natuurkundestudenten werd ik met de neus op de feiten gedrukt: een quantumgolf is geen lineaire golf zoals we die kennen uit de zee of van geluid. Het is een abstracte golfstructuur die zich manifesteert in complexe, symmetrische 3D-vormen.

Hoe visualiseer je quantum?

Een duidelijke visualisatie van de quantumgolffunctie is lastig te vinden omdat deze niet in de ‘echte’ fysieke ruimte bestaat, maar in een abstracte wiskundige ruimte met talloze dimensies. Bovendien is het geen fysieke trilling van deeltjes, zoals bij water of geluid, maar een wiskundige kansgolf. [7]

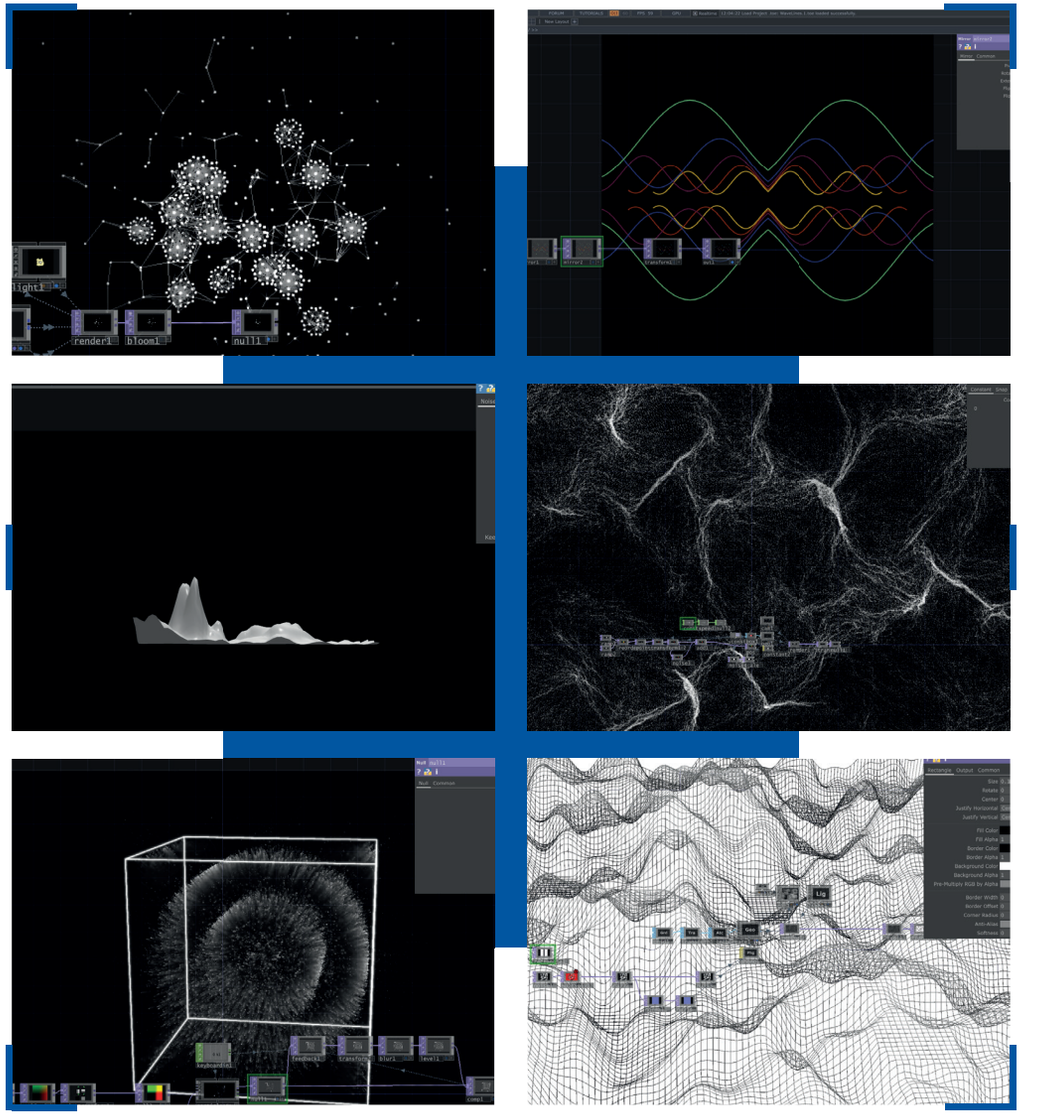


[F17]

Wanneer je twee watergolven bij elkaar optelt (bijvoorbeeld twee stenen in een vijver) krijg je op sommige plekken hoge pieken en op andere vlak water. Bij quantumgolven is het resultaat van optelling (superpositie) veel extremer: deeltjes kunnen zich op meerdere plekken of in meerdere toestanden tegelijk bevinden totdat ze worden gemeten en de golf ‘instort’.[8]

Wat we proberen te visualiseren is feitelijk het kwadraat van de golffunctie. Dit betekent dat we geen vaststaand object afbeelden, maar de kans (een soort mist of waarschijnlijkheidswolk) dat een elektron zich op een bepaalde locatie bevindt. [7]

Met deze kennis ben ik in touchdesigner aan de slag gegaan om te proberen die golven alsnog op een logische manier zichtbaar te maken om principes als de superpositie ervaarbaar te kunnen maken.

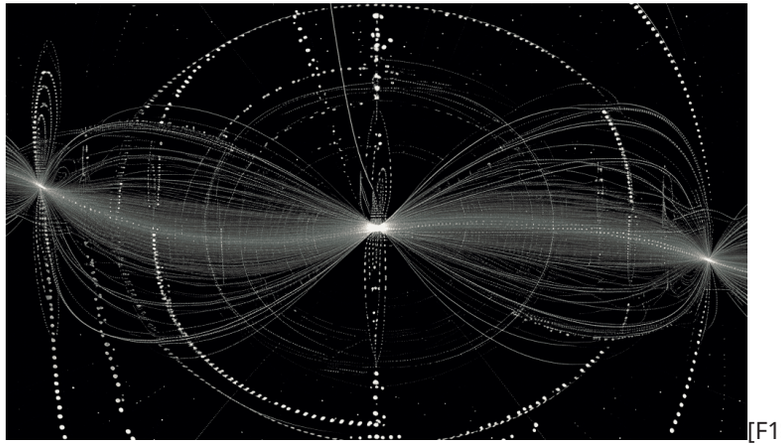


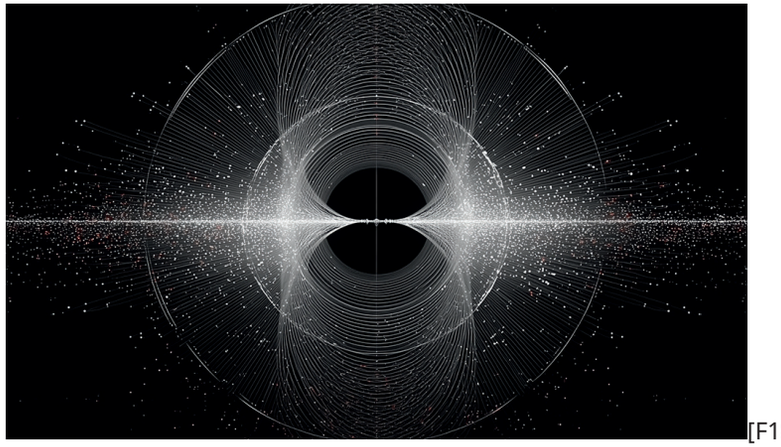
[F5]

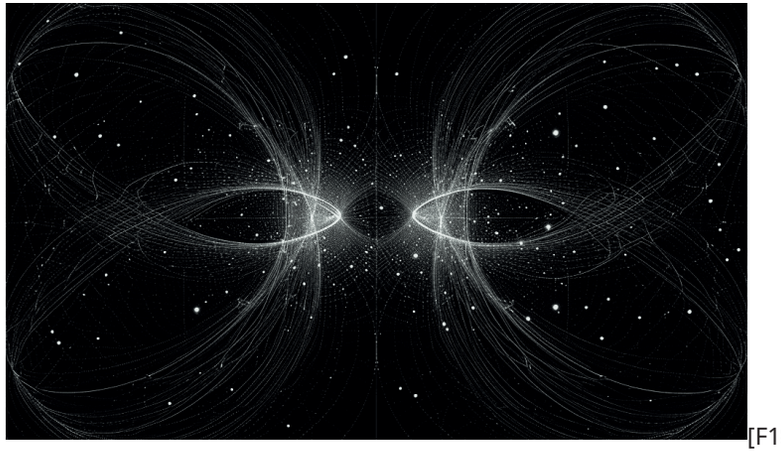
Deze pogingen leverde nog niets op waar ik verder mee wilde werken. Ik ben opzoek gegaan naar hoe andere ontwerpers hebben geprobeerd de golffunctie zichtbaar te maken om daar inspiratie uit te kunnen halen.

SKETCHES OF QUANTUM CONCEPTS
Amy Karle - 2023

Het werk van Amy Karle vond ik erg goed uitgevoerd en de positionering waar ze vanuit werkt sprak me erg aan. Deze kunstenares gebruikt kunst om abstracte en vaak onzichtbare wetenschappelijke theorieën fysiek en visueel invoelbaar te maken. Ze wil aantonen dat de werkelijkheid veel vreemder en relatiever is dan we denken, en dat technologie en quantummechanica onze perceptie van tijd, ruimte en mens-zijn fundamenteel veranderen.[9] In deze gedachtegang kan ik me goed vinden.

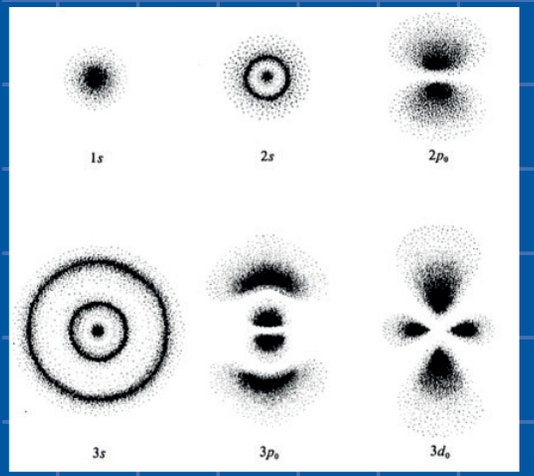

[F18]


[F18]

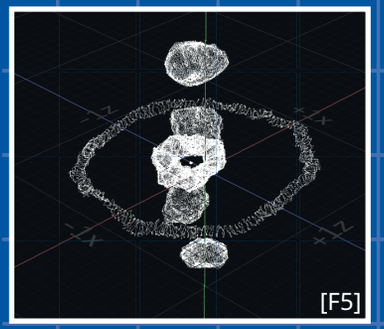

[F18]

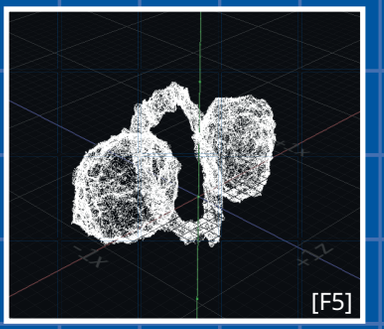
Op een gegeven moment wilde ik de complexe, symmetrische 3D-vormen van orbitalen namaken om de waarschijnlijkheidsverdeling van een quantumgolffunctie te visualiseren. Volgens de Born-regel is de kans om een deeltje op een specifieke plek aan te treffen namelijk evenredig met het kwadraat van de absolute waarde van de golffunctie. Dit resulteert in de kenmerkende symmetrische 3D-vormen die laten zien waar een deeltje zich rond de atoomkern kan bevinden. [10]

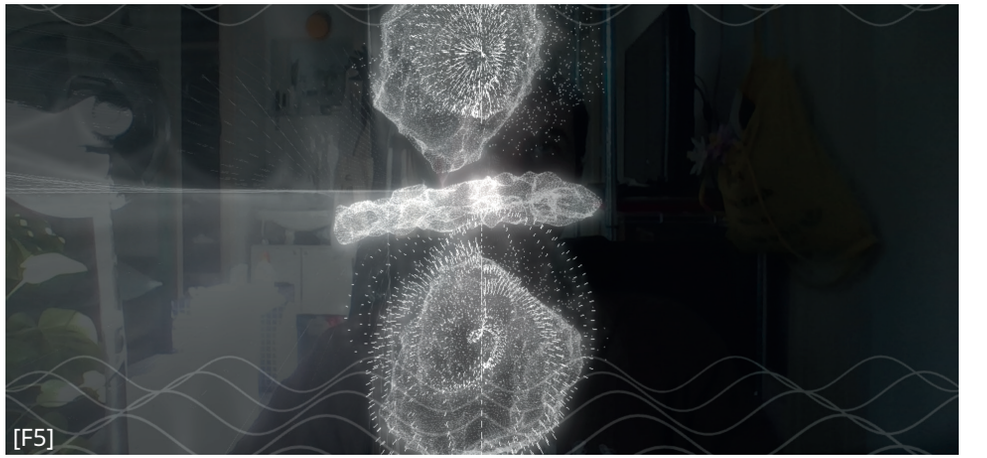
Deze vormen heb ik gemodelleerd in Blender en vervolgens geïmporteerd in TouchDesigner. Daar heb ik ze interactief gemaakt door ze op een visueel aantrekkelijke manier te laten 'collapsen' (ineenstorten) tot één enkel deeltje.

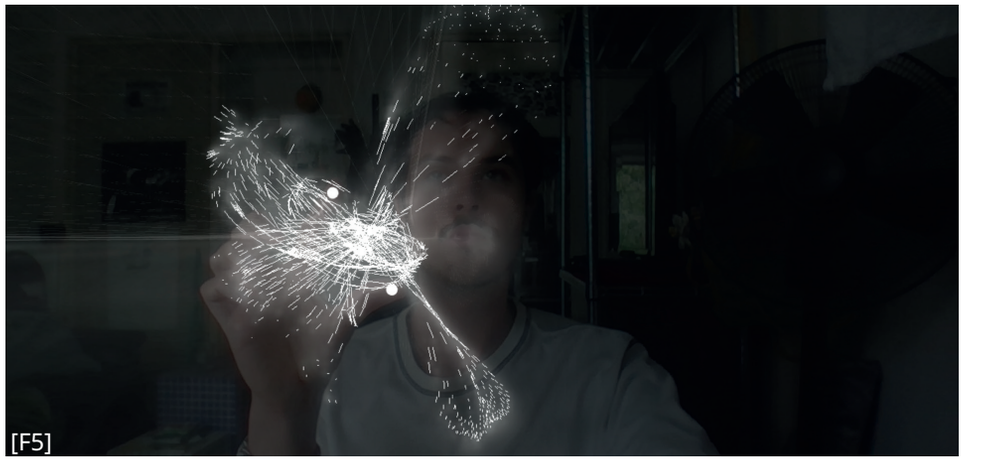


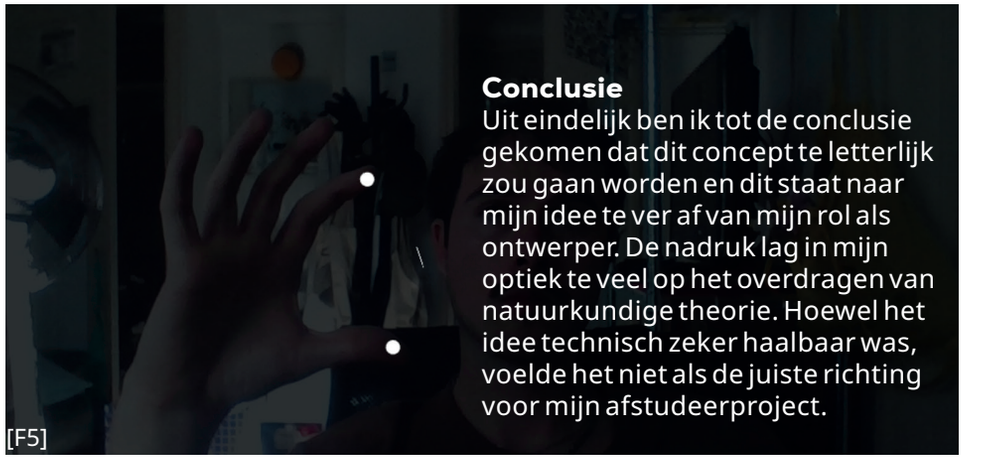
[F19]


[F5]

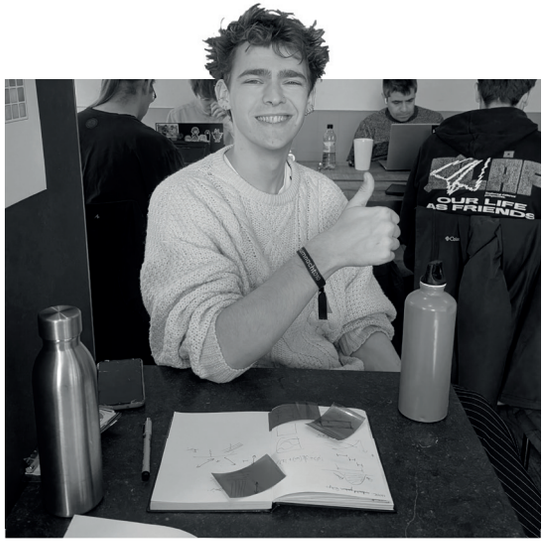

[F5]


[F5]


[F5]


[F5]

Conclusie
Uit eindelijk ben ik tot de conclusie gekomen dat dit concept te letterlijk zou gaan worden en dit staat naar mijn idee te ver af van mijn rol als ontwerper. De nadruk lag in mijn optiek te veel op het overdragen van natuurkundige theorie. Hoewel het idee technisch zeker haalbaar was, voelde het niet als de juiste richting voor mijn afstudeerproject.



[F8]

Koffie drinken met Jor Frencken

Wie is Jor Frencken?
Jor studeert Technische Natuurkunde aan de TU Delft en houdt zich daarnaast bezig met kunstprojecten in Amsterdam. In 2025 werd hij door Emergence Delft geselecteerd voor hun 'Dream Team', een initiatief dat kunstinstallaties ontwikkelt om technologie tastbaar te maken. In dit team werkte Jor mee aan de installatie Coexist. Dit werk is inmiddels wereldwijd geëxposeerd op grote podia, waaronder de openingsceremonie van het UNESCO International Year of Quantum Science and Technology en de World Expo in Osaka, Japan. [11]

Inhoud
Tijdens ons gesprek nam Jor me mee in het proces dat hij met zijn team heeft doorlopen. Hij gaf me waardevolle inzichten over de doelgroep. Het brede publiek heeft namelijk vaak nog geen helder beeld van wat quantum precies inhoudt. Vaak associeren ze het met iets technologisch. Daarnaast wist hij quantumconcepten die voor mij nog onduidelijk waren op een heel begrijpelijke manier uit te leggen.

Ik heb veel gehad aan zijn praktische adviezen. Als je diep in de quantummaterie zit, dan kan het soms lastig zijn om een buitenstaander in je visie mee te nemen. Jor gaf me dan ook de tip om de theorie te koppelen aan een verhaal. Door storytelling te gebruiken, neem je mensen mee in de ervaring en wordt het abstracte concept een stuk tastbaarder.

Bezoek aan 3x3
Philip Vermeulen

Philip Vermeulen is een beeldend kunstenaar uit Den Haag. Hij onderzoekt de fundamentele grenzen van de menselijke perceptie. Ik bezocht een van zijn sprekersavonden in Rotterdam V2 Lab.

Hierin werd er vooral gesproken over neuronen en ontsnappen aan de realiteit. We kregen aan het eind van de sessie ook het kunstwerk 'Chasing the dot' te zien. Door gebruik te maken van flitsende lichten op een doek en geluidfrequenties, hallucineert je brein onverklaarbare projecties op het doek. Erg indrukwekkend.

De spreker van deze avond was schrijver en filosoof **Maarten van Buuren.** Aangezien de opkomst van deze sprekersavond schaars was, kon ik vrij makkelijk in contact komen met Maarten. Maarten heeft een heel intressant boek geschreven waarin hij de filosofische gevolgen van moderne natuurkunde onderzoekt. We hebben kort na deze avond afgesproken om binnekort een koffie te drinken om te praten over zijn boek en mijn afstudeerproject. Het advies wat ik nu mee kreeg was: Maak 'iets' tot het allerkleinste en zorg dat je het volledig ontleed. Vandaar uit ontdek je de inzichten en bouw je het volledig uit.



[F8]



[F8]

Conclusie

Tijdens deze tweede fase lag de focus op he visualiseren en ervaarbaar maken van de van de quantumprincipes, zoals de superpositie en het waarnemerseffect. Via iteratieve experimenten in TouchDesigner heb ik geprobeerd deze abstracte theorieën te vertalen naar een interactieve, digitale ervaring.

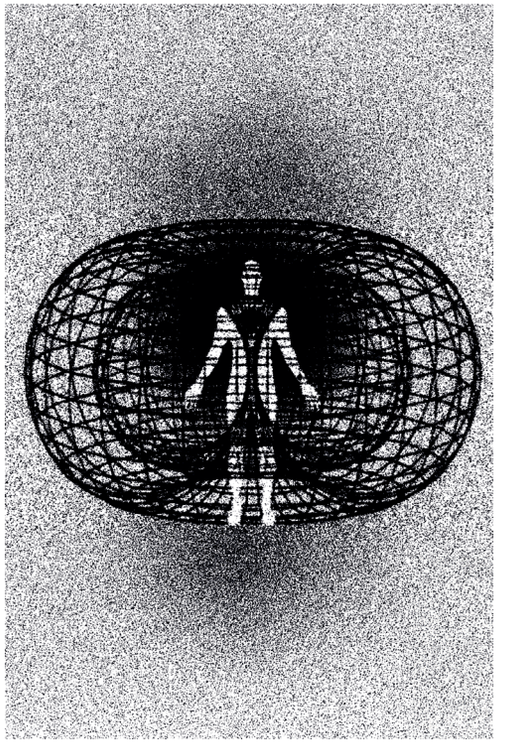
Uit het experimenteren werd mij op een gegeven moment duidelijk dat het concept te letterlijk aan het worden was. De nadruk kwam te zwaar te liggen op het overdragen van natuurkundige theorie, wat niet helemaal als de juiste richting voelde voor dit project.

Dit inzicht vormde een belangrijk kantelpunt in het onderzoek. Gesprekken met experts, zoals Jor Frencken, bevestigden dat zware abstracte quantumconcepten juist een verhaal en context nodig hebben om voor een breder publiek tastbaar te worden. Ik realiseerde me dat het niet mijn doel moet zijn om de bezoeker een complexe natuurkundeles te geven.

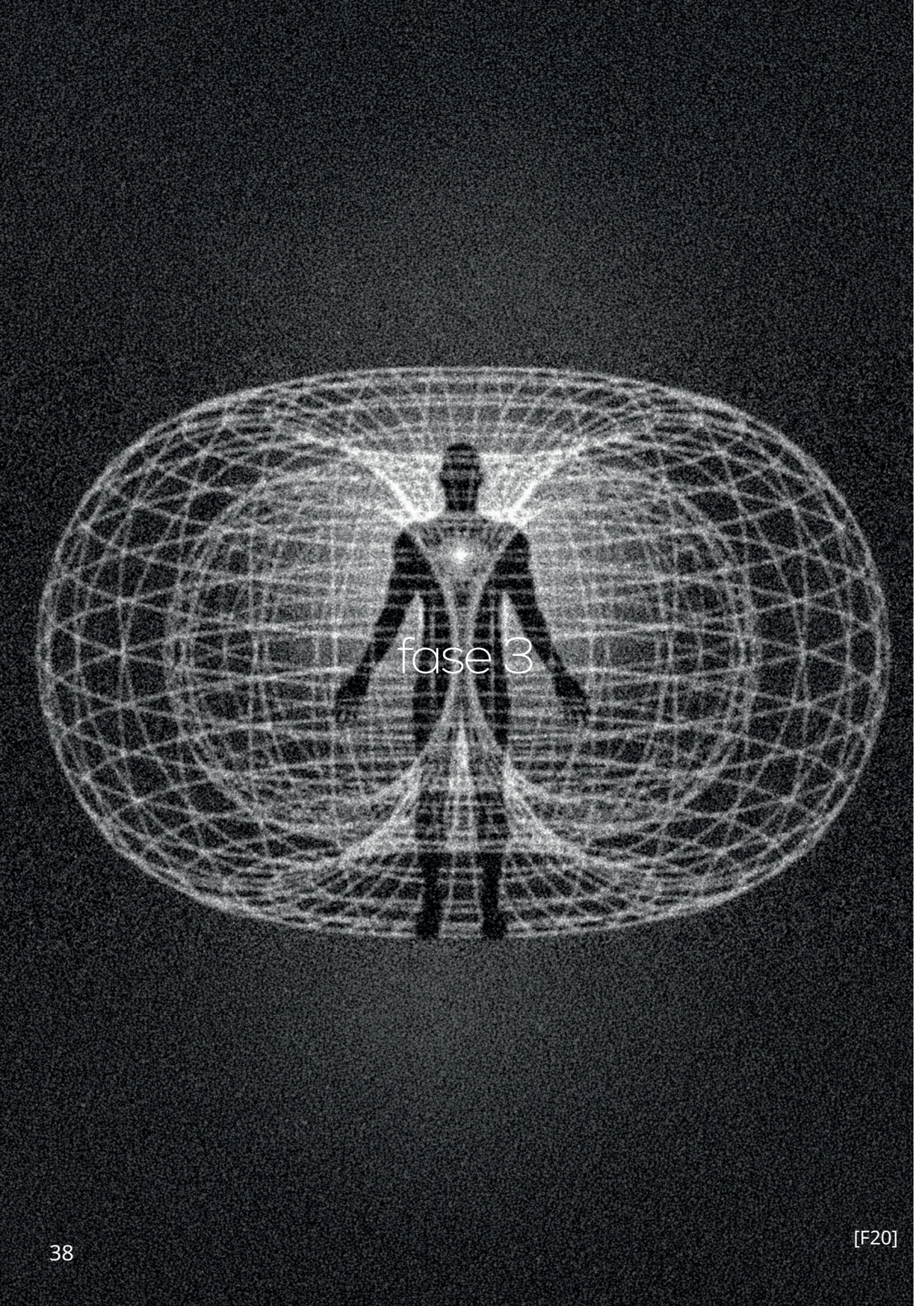
Het past veel beter bij mij als ontwerper om de diepere, onderliggende betekenis van dit onderwerp te onderzoeken. In plaats van technologie in te zetten om de theorie mechanisch uit te leggen, wil ik deze gebruiken om te bevragen wat deze revolutionaire ontdekkingen betekenen voor ons wereldbeeld.

Deze verschuiving van theorie naar de filosofische kant vormt de brug naar de volgende stap in het ontwerpproces.

Wat is de filosofische betekenis achter de quantummechanica en hoe verhoudt de mens zich hiertoe?



[F20]

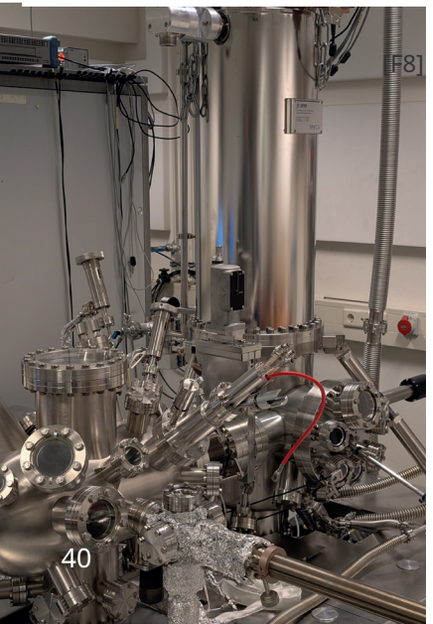


[F20]

Filosofie van de natuurwetenschappen



[F8]


[F8]


[F21]


[F22]

Interview Sander Otte

Sander Otte is hoogleraar atomaire quantumtechnologie bij de TU Delft. Hij spreekt zich geregeld uit als wetenschapper in het klimaatdebat en voert actie met Extinction Rebellion.

In een bijzonder waardevol en openhartig gesprek reflecteert quantumfysicus Sander Otte op de grenzen van de wetenschap en de persoonlijke ontwikkeling in zijn wereldbeeld. Waar hij de natuur voorheen zag als een objectief, berekenbaar "klokwerk", benadrukt hij nu dat de menselijke waarnemer een onlosmakelijk onderdeel van de realiteit is.

Hij verteld dat we met onze wetenschappelijke blik in feite slechts door een smal "rietje" naar een gigantische kosmos kijken, waardoor we onvermijdelijk een groot deel van het totaalplaatje missen. Vanuit dat inzicht pleit Otte voor wetenschappelijke bescheidenheid. Hij plaatst kritische kanttekeningen bij de grote beloftes rondom quantumtechnologie en de drang om de hele natuur te willen sturen en berekenen.

Ook het concept 'vrije wil' komt aan bod. Hoewel dit vanuit een natuurkundig perspectief lastig te verdedigen is in een deterministisch universum, benadrukt Otte dat juist onze **beleving** van vrije wil essentieel is. Het is de bron van alle kunst, schoonheid en menselijke waarde.



[F23]

Mijn broer heeft me getipt om de filosofische perspectieven van de quantummechanica te verkennen door het boek Quantum, de oerknal en God. In dit boek onderzoekt filosoof Maarten van Buuren de filosofische en spirituele consequenties van de moderne natuurkunde. Hij behandelt hoe revolutionaire ontdekkingen, zoals de quantummechanica en de oerknaltheorie, ons traditionele wereldbeeld volledig op zijn kop hebben gezet.

In het boek gaat het over dat materie niet passief of 'dood' is, maar bruist van een inherente, scheppende energie die Maarten 'vormkracht' noemt.

Vóórdat er een meting of waarneming plaatsvindt, bevindt deze energie zich in een onwaarneembare, vloeiende staat van pure potentie (de quantumgolf)

De quantummechanica bewijst volgens het boek dat de klassieke grens tussen de waarnemer en de buitenwereld niet bestaat. De vloeiende werkelijkheid verdeeld zich pas in meetbare 'dingen' (discontinuïteit) zodra wij haar observeren. [12]

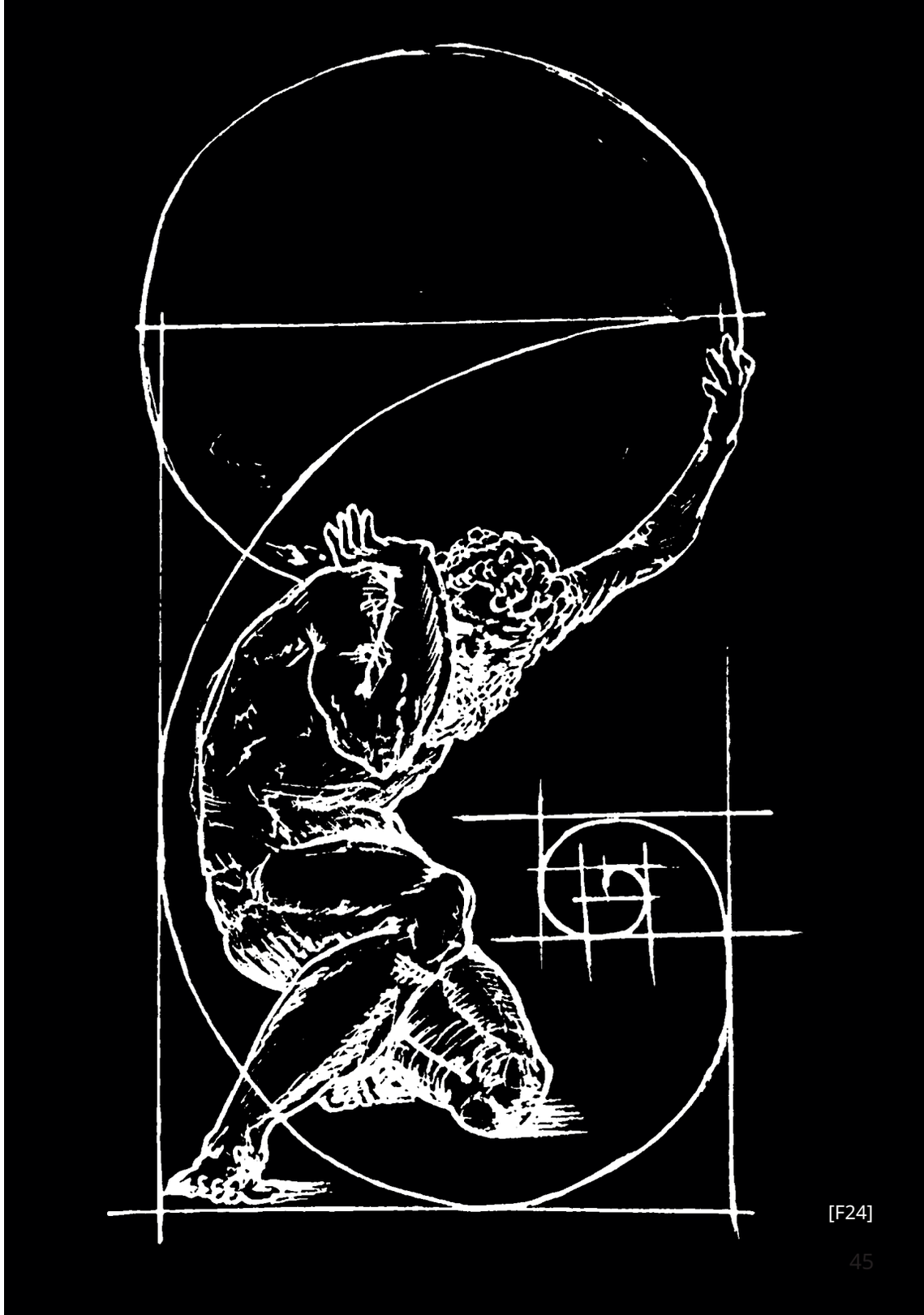
De manier waarop Maarten het ontrafelen van onze realiteit benadert, vind ik ontzettend indrukwekkend. Zijn visie biedt een heel mooie, inspirerende en tegelijkertijd realistische gedachtegang om na te denken over onze manier van bestaan. Voornamelijk hoofdstuk 9 heeft veel indruk op mij gemaakt.

Belangrijke informatie uit Hoofdstuk 9

Het universum heeft een drang om complexer te worden (vormkracht). Het universum heeft vormkracht nodig om niet in entropie te vervallen. De mens heeft ook vormkracht nodig om zichzelf niet te verliezen in alle chaos. Een maker doet in het klein wat het universum in het groot doet. Orde scheppen uit wanorde. Creativiteit is dus geen luxe, maar een reddingsboei tegen de zinloosheid van de koude lege kosmos. De mens is een product van dat universum. De menselijke drang om te maken (te ontwerpen, te schrijven, te programmeren) is simpelweg diezelfde kosmische energie die door ons heen werkt.

"Maken" (het scheppen van vorm uit chaos) is de meest fundamentele manier is waarop de mens deelneemt aan de werkelijkheid.

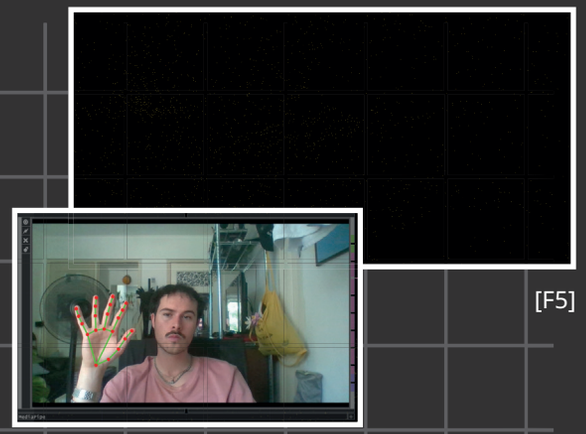
“Hoe kan een interactieve ervaring over de fundamentele principes van quantummechanica de gebruiker laten reflecteren op de menselijke rol als actieve vormgever van de realiteit?”



[F24]

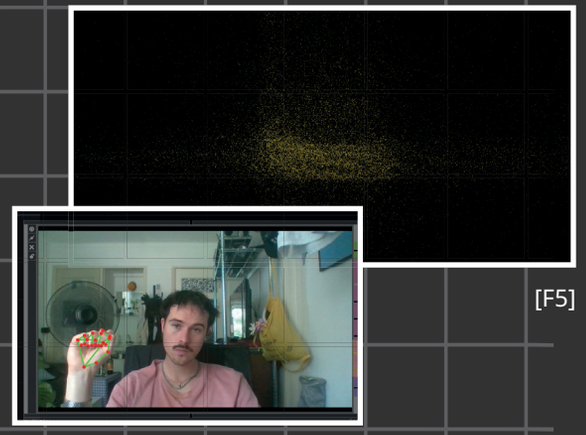
Ontstaan prototype vormkracht

Hand open
Betekenisloos
(entropie)



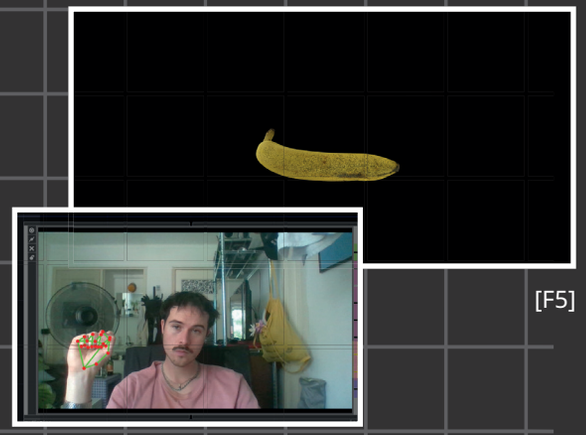
[F5]

Vuist
Vormkracht
(menselijke interactie)



[F5]

Vuist vasthouden
Vorm
(betekenis)



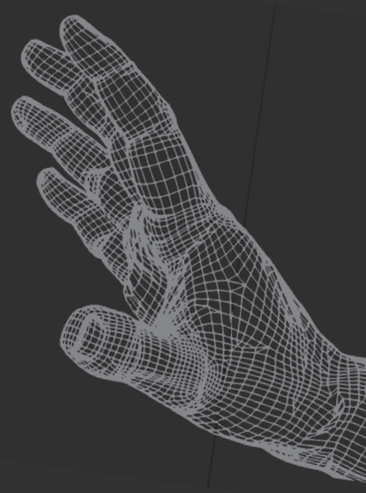
[F5]

De manier hoe ik de “vormkracht” heb geïnterpreteerd is dat het in principe het quantumproces van waarneming is. Zonder waarnemer is het universum een soort kille mist, de menselijke creativiteit is de kracht die deze mist dwingt om “vorm” aan te nemen. De maker is de factor die de quantum-onzekerheid omzet in een tastbare realiteit.

Op basis van mijn aannames uit het boek **Quantum, de oerknal en God** ben ik concepten gaan uitwerken voor een bijpassend prototype. De sleutelonderdelen die er in terug moeten komen zijn: menselijke vormkracht, entropie zinloosheid & betekenis.

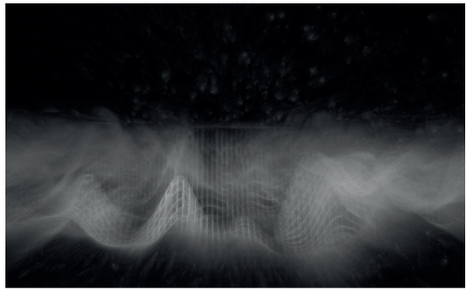
Het doel van dit ontwerp is om de toeschouwer via een interactieve ervaring bewust te maken van de ‘vormkracht’ van hun eigen waarneming.

Om de gebruiker te laten voelen dat zij een actieve rol spelen in het creëren van de realiteit in een universum dat anders abstract en betekenisloos blijft.



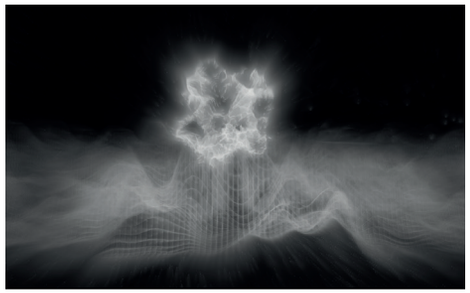
[F25]

In dit prototype zit veel potentie, zeker nadat ik zag hoe enthausiast testpersonen hierop reageerden. De techniek werkte ook goed, dus vanuit hier ben ik gaan opzoek gegaan naar elementen die de quantumprincipes sterker naar voren laten komen.



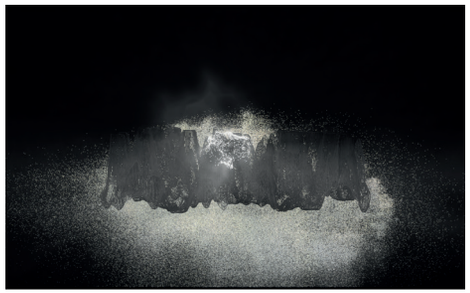
[F5]

Wavefunction
Het systeem bevindt zich voor een interactie in een superpositie. Het is een fysieke golf, die alle mogelijke toestanden en locaties van de deeltjes omvat totdat het er interactie plaats vindt.



[F5]

Interactie aanduiding
Wanneer het systeem een hand detecteert reageert het daarop met een abstracte golvende bol die in het visuele plaatje past van de rest van het systeem. Deze golvende bol volgt de hand om duidelijk te maken dat er een vorm van interactie plaatsvindt.



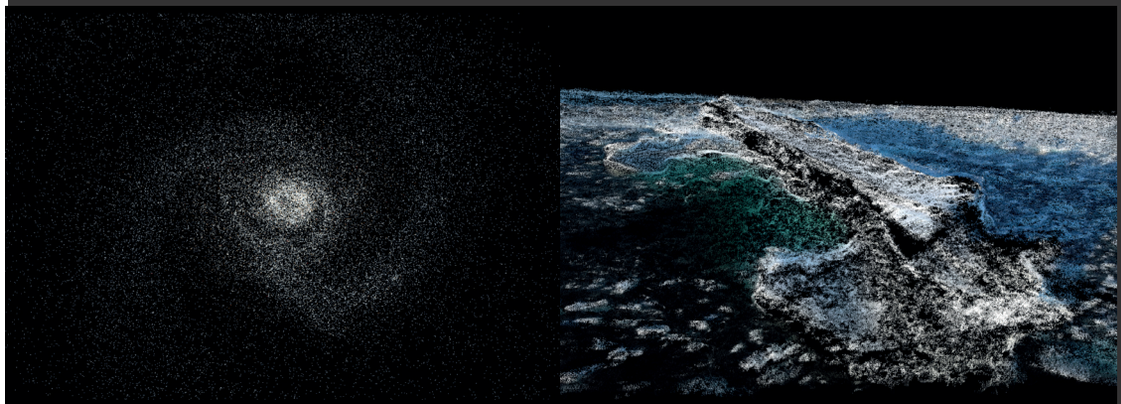
[F5]

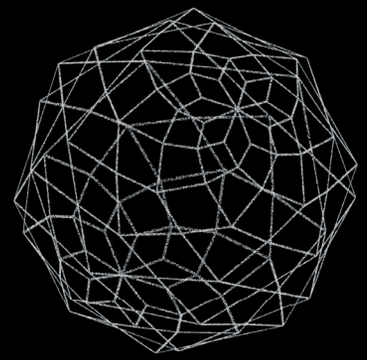
Quantumcollapse
Het ineenstorten van de golffunctie is het moment in de quantummechanica waarop de deeltjes in superpositie door een interactie plotseling veranderen in één vaste, klassieke toestand. In dit geval door de gebruiker.



[F5]

Betekenis
De gebruiker heeft door ‘vormkracht’ uit te oefenen op het systeem dat eerst een abstracte en betekenisloze potentie was, orde gebracht en betekenis gegeven.







[F5]





Materie met betekenis
Op het internet heb ik 3D objecten gedownload (zie bijlage ...) die naar mijn mening een sterkte functie van betekenis hebben. Neem als voorbeeld een bloem wij koppelen daar liefde, troost, kwetsbaarheid of feest aan.



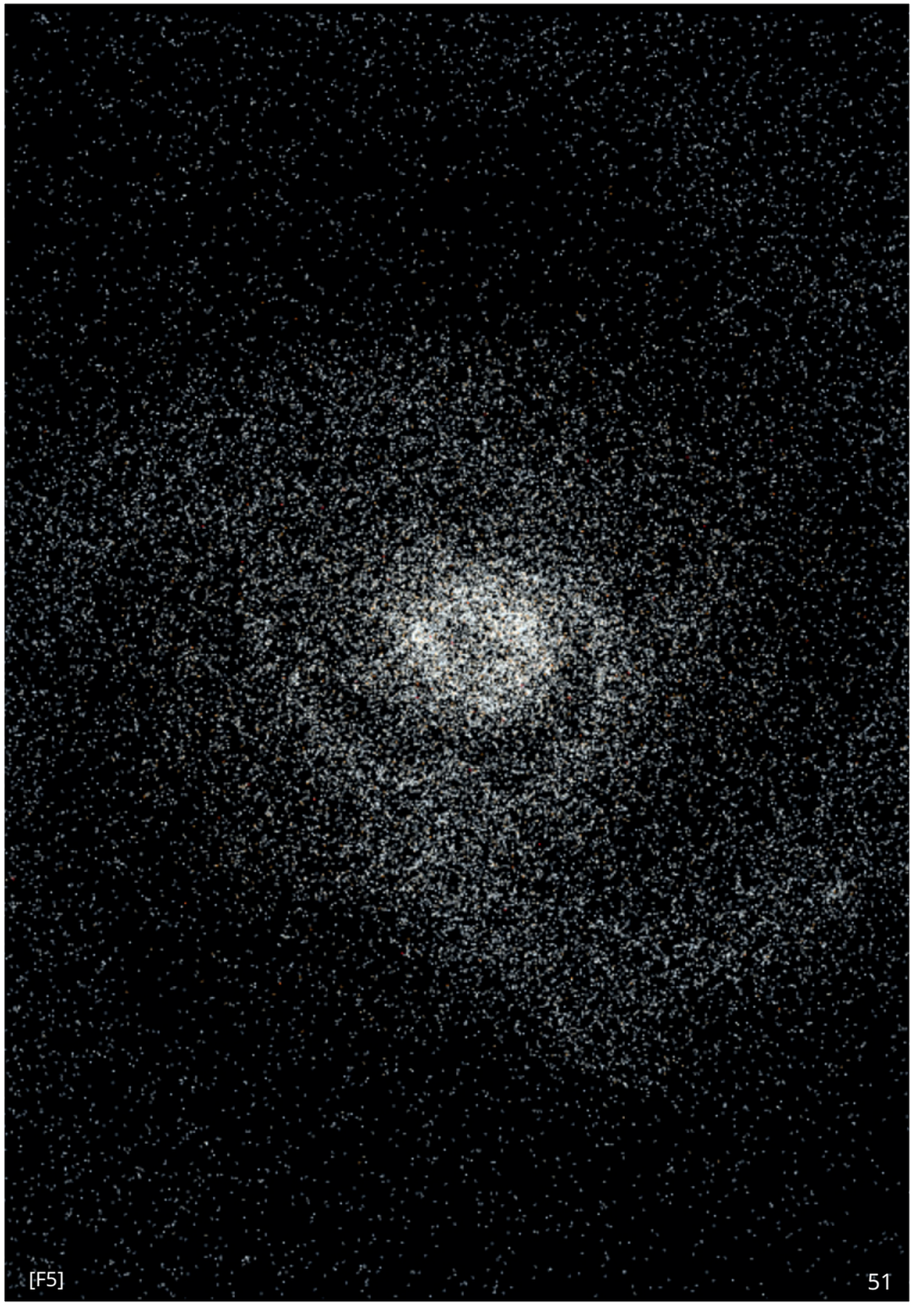




[F5]

Inzichten

De manier waarop ik superpositie in het ontwerp wilde overbrengen, bleek in de praktijk nog niet helemaal succesvol. Hoewel het theoretisch klopt dat het gedrag vergelijkbaar is met dat van een golf, gaven testpersonen aan dat het principe van superpositie voor hen juist voelbaarder werd door te letten op de losse deeltjes (particles) die in en uit elkaar bewogen en telkens tot een andere uitkomst leidden.



[F5]



[F8]

Op de koffie bij Maarten van Buuren

Op koffie gaan om de diepere betekenis achter mijn project te begrijpen stond nog op de planning. Samen met mijn broer en een goede vriend van ons zijn we langs geweest bij Maarten thuis. Ik ben dit gesprek ingegaan met een aantal aannames over zijn boek waar ik voor mijn prototype ‘vormkracht’ veel inspiratie uit heb gehaald.

In mijn hoofd was de mens de belangrijkste factor. Ik zag de mens eigenlijk als de absolute orde schepper en zonder mens met bewustzijn is er geen realiteit. Volgens mijn prototype zou de realiteit zonder waarneming van de mens een soort kille betekenisloze mist zijn die pas vorm zou gaan aannemen als iemand er naar zou gaan kijken.

Maarten hield me al snel een spiegel voor en liet me inzien dat deze aanname niet klopte. Hij legde uit dat dit een typisch voorbeeld is van menselijke overmoed. De quantumwereld is namelijk helemaal geen lege machine die zit te wachten totdat de mens er is. Die oerenergie is er al en is uit zichzelf al wild, gierend en constant in beweging. De natuur is dus niet de reactie, de natuur en het universum is in een staat van wording. Dit inzicht veranderde veel voor mij. De mens is in de quantumwereld niet de actieve maker van de deeltjes, maar juist een actieve deelnemer.

We creëren de wereld niet uit het niets, maar we filteren de kosmische ruis zodat we er een betekenisvol beeld in kunnen herkennen. De natuur levert de energie, maar de mens brengt de betekenis om de realiteit te kunnen begrijpen.

Conclusie

Hoewel Sander Otte spreekt vanuit de quantumfysica en Maarten van Buuren vanuit de filosofie, komen hun inzichten opvallend sterk overeen. Beiden waarschuwen voor de westerse arrogantie en pleiten voor een fundamentele herwaardering van onze verbondenheid met de natuur. Ze stellen dat we niet als afstandelijke toeschouwers buiten de werkelijkheid staan, maar er intrinsiek mee verstrengeld zijn. De mechanistische, materialistische blik die de wereld beperkt tot kille, berekenbare materie leidt volgens hen tot ontworteling en een tragisch verlies van verwondering.

De technologische hype dat we de natuur hiermee kunnen beheersen is dan ook een gevaarlijke illusie. Het universum zelf is de enige echte quantumcomputer. De natuur is een gigantisch, scheppend netwerk waar de mens geen heerser over is, maar slechts een klein onderdeel van uitmaakt.

Sander Otte
Otte stelt dat onze mechanistische blik heeft geleid tot een gevaarlijke technologische arrogantie. Het waanidee dat we de natuur volledig kunnen beheersen. Hierdoor zijn we onze bescheidenheid, verwondering en dankbaarheid ten opzichte van de planeet volledig kwijtgeraakt, wat kan worden gezien als de kern van de huidige ecologische problemen.

Maarten van Buuren
Van Buuren benadrukt dat het idee van de mens als geïsoleerd wezen leidt tot diepe vervreemding en vereenzaming. Door ons weer actief in te voegen in het grotere geheel van de natuur (wat de klassieke Stoa oikeiose noemt), herstellen we fundamentele menselijke waarden zoals broederschap, sympathie en liefde.



[F26]

"De werkelijkheid wordt niet waargenomen, totdat iemand haar zichtbaar maakt in een beeld. Wat dat betreft is er geen verschil tussen een kernfysicus, een dichter of een beeldend kunstenaar."
-Werner Heisenberg

Wereldwijd pompen overheden en durfkapitalisten miljarden in quantumbedrijven. Om deze investeringen te rechtvaardigen, worden successen in marketinguitingen vaak groter gemaakt dan ze in werkelijkheid zijn. [13]

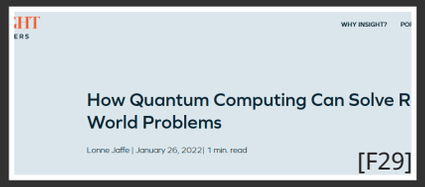
Wat zijn die beloftes?



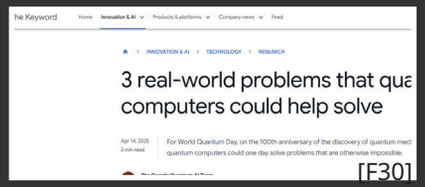
[F27]



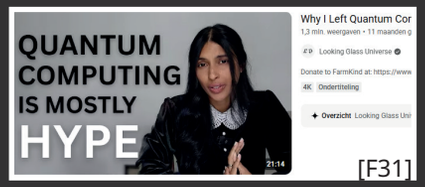
[F28]



[F29]



[F30]



[F31]

Is quantumtechnologie een hype?

Die beloftes gaan vaak over complexe wereldproblemen oplossen zoals:

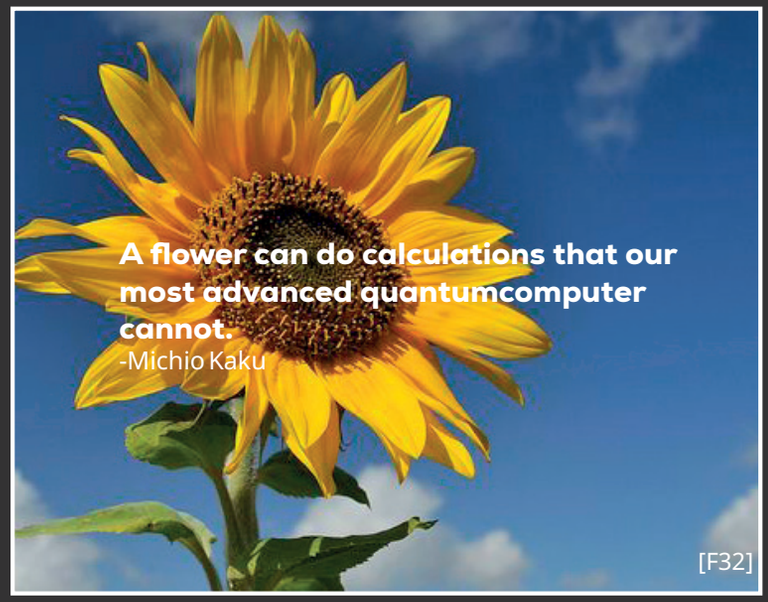
- Klimaatverandering
- Energie
- Gezondheidszorg
- Medicijnen
- Voedselzekerheid
- Milieu
- Logistiek
- Financiële risico modellen
- Geavanceerde AI
- Cybersecurity

[14] Het laatstgenoemde is wel reëel. De quantumtechnologie is absoluut geen fabel, maar zelfs nobelprijswinnaars benadrukken dat het niche-apparaten zijn voor extreem specifieke wiskundige problemen. [15]

Conclusie
Quantumtechnologie heeft de potentie om de wereld op termijn in bepaalde niches te veranderen, maar de verwachting dat de quantumcomputer daadwerkelijk complexe wereldproblemen zal oplossen, is onrealistisch. [15]

Hoe denkt het grote publiek over quantum?

Uit Europees onderzoek (zoals peilingen uitgevoerd in opdracht van het World Quantum Day-initiatief) blijkt dat veel Europeanen (vaak meer dan 70%) wel bekend zijn met de term ‘quantum’, maar dat slechts een minderheid van ongeveer 29% echt een goed begrip heeft van wat quantumfysica inhoudt. [17]



[F32]

Quantum wordt tegenwoordig vaak geassocieerd met iets puur technologisch. Dit komt grotendeels door de quantumcomputerhype en de soms overdreven positieve berichtgeving in de media. Uit verschillende onderzoeken blijkt dat de beeldvorming bij het grote publiek inmiddels zwaarder leunt op technologische toepassingen dan op de studie van de natuur. [16] [13]

Kunst is de fundamentele manier waarop de mens sinds het begin der tijden de wereld om zich heen probeert te begrijpen, te structureren en betekenis te geven. Van de eerste creatieve uitingen tot de moderne maatschappij, kunst vormt onze realiteit. [19]

Holbewoners
Door dieren en afdrukken van handen op de rotswand te schilderen, maakten vroege mensen voor het eerst gebruik van abstractie en symboliek. Waarschijnlijk dienden deze creaties niet zomaar als decoratie, maar als magische rituelen om grip te krijgen op hun onvoorspelbare realiteit, zoals de jacht, overleving en de cyclus van het leven. [18]

Maatschappelijke ordes
Kunst werd gebruikt om begrippen als macht, schoonheid en harmonie tastbaar te maken, waardoor abstracte concepten een vaste plek in de menselijke realiteit kregen. [18]

Perspectief en rede
Tijdens de Renaissance in Europa vond een enorme verschuiving plaats. Door de uitvinding van het lijnperspectief (wiskundige ordening van de ruimte) en het toepassen van schaduw (clair-obscur) werd de wereld realistischer afgebeeld dan ooit tevoren.

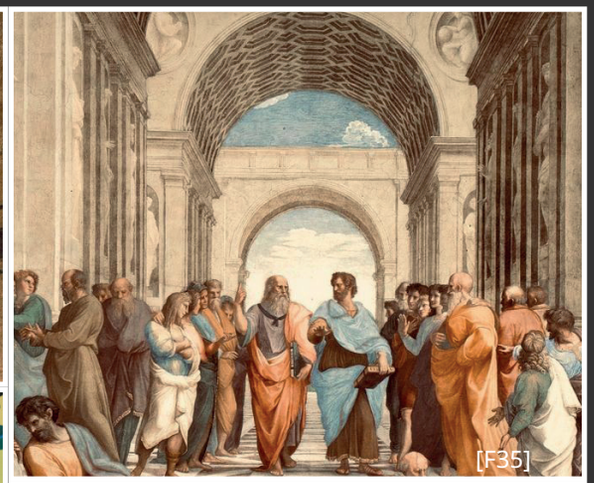
Kunst werd een wetenschap. De mens leerde de fysieke realiteit niet alleen te observeren, maar deze ook actief naar zijn eigen hand te zetten en te bevragen. [19]

Hedendaagse kunst
Vandaag de dag is kunst vaak een spiegel van de maatschappij. Ze stellen thema's als technologie, identiteit en politiek aan de kaak. [19]

Hoe probeert de mens de wereld te begrijpen?


[F33]


[F34]


[F35]


[F36]

kunst en de quantumwereld
De rode draad in de kunstgeschiedenis is dat de realiteit geen passief gegeven is, maar wordt gevormd door de waarnemer. In de klassieke natuurkunde was de mens een pure toeschouwer van een objectieve, mechanische klokwereld. In de quantummechanica bevindt een deeltje zich in een 'superpositie', een wolk van pure potentie en waarschijnlijkheden. Pas wanneer een meting of waarneming plaatsvindt, stort deze golffunctie in en kiest het deeltje één vaste positie (de realiteit). [4]

Net zoals de holbewoner een abstract idee omzette in een tastbare grotschildering, of zoals een abstracte kunstenaar de realiteit dwingt in een specifiek perspectief, zo dwingt de natuurkundige waarnemer de quantumwereld om zich te manifesteren.

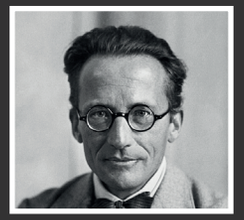
De grondleggers van de quantumfysica raakten door hun ontdekkingen in een filosofische crisis. De klassieke natuurkunde zag de natuur als een grote, voorspelbare machine die losstond van de mens. De quantumfysica sloeg dit wereldbeeld kapot en bracht revolutionaire ideeën over de realiteit en onze relatie met de natuur. [20]

Hoe de grondleggers van de quantumfysica in een filosofische crisis belandde.



[F37]

Niels Bohr
De mens is niet langer een passieve toeschouwer die vanaf de zijlijn naar de natuur kijkt. Wij zijn een actieve deelnemer die de realiteit mede vormgeeft door onze waarnemingen. [21]



[F38]

Erwin Schrödinger
Schrödinger schreef in zijn filosofische essays dat de scheiding tussen “de wereld daarbuiten” en “het innerlijke bewustzijn” een illusie is. Hij geloofde dat er in wezen een fundamentele eenheid is tussen de mens, de geest en de natuur. [22]



[F26]

Werner Heisenberg
Volgens Heisenberg kunnen we we nooit de ‘objectieve werkelijkheid’ observeren. Het is de handeling van het meten die bepaalt welke eigenschap van een deeltje werkelijkheid wordt.[21]

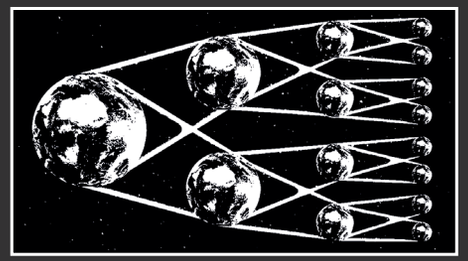
Hoe beïnvloedt de huidige maatschappelijke perceptie (de ‘hype’) rondom quantumtechnologie de bescheidenheid en de relatie van de mens tot de aarde?

De media en commerciële belangen creëren de onrealistische verwachting dat quantumcomputers onze complexe ecologische problemen (zoals klimaatverandering en voedselzekerheid) wel even voor ons zullen oplossen. [13] [14]

In het interview met Sander Otte verteld hij dat de huidige maatschappelijke perceptie en hype rondom quantumtechnologie de illusie van controle over de natuur versterkt. In plaats van bescheidenheid te creëren, zorgt de hype ervoor dat we de wereld steeds meer gaan zien als iets mechanisch dat we perfect kunnen meten, berekenen en naar onze hand kunnen zetten. Hij vreest dat als we niets veranderen aan onze afstandelijke houding tegenover de natuur, dat we dan op de afgrond koersen.

De ironie is dat de grondleggers van de quantumfysica hun ontdekkingen juist zagen als een les in enorme bescheidenheid omdat de natuur op dit fundamentele niveau onvoorspelbaar en niet te controleren is.

De many worlds theory



[F39]

De many-worlds theory is een interpretatie binnen de quantummechanica. Deze theorie stelt dat het universum continu opsplitst in meerdere, parallelle realiteiten. Op elk moment dat er een quantumgebeurtenis met meerdere mogelijke uitkomsten plaatsvindt, gebeuren alle mogelijkheden daadwerkelijk, elk in een eigen universum. [23]

De klassieke, materialistische wetenschap heeft de mens eeuwenlang losgekoppeld van de natuur. We zijn onszelf gaan zien als afstandelijke toeschouwers in een wereld die we door in te zoomen precies kunnen meten, berekenen en beheersen. In plaats van met een materialistische blik in te zoomen op de nanoschaal om de realiteit te begrijpen, is het interessant om te beginnen op de nanoschaal en vanaf daar uit te zoomen.

Principes zoals de superpositie en het waarnemereffect dagen ons uit om na te denken over de grens tussen de objectieve werkelijkheid (de harde feiten) en de subjectieve werkelijkheid (onze ervaring). Ze laten ons inzien dat de realiteit niet onafhankelijk van ons bestaat, maar vorm krijgt in relatie tot ons. Is iets echt, als niemand er vanaf weet?

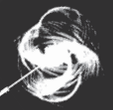
Quantum entanglement

Dit principe toont aan dat twee deeltjes die ooit verbonden waren, direct met elkaar verbonden blijven, ongeacht de afstand. Verander je de status van het ene deeltje, dan verandert het andere deeltje onmiddellijk mee. Aangezien alles in het universum tijdens de Oerknal op hetzelfde punt is begonnen, zijn wij op subatomair niveau letterlijk verstrengeld met elke boom, elke oceaan en elke verre planeet. [24]



[F40]

Hoe kunnen quantumprincipes de verbondenheid met de natuur versterken?



Conclusie

In deze latere periode is mijn stellingname en motivatie rond dit onderwerp veel veranderd. De expertinterviews en de deskresearch hebben mij ervan overtuigd dat quantumtechnologie kan worden gezien als een hype. Het probleem hiervan is dat er valse hoop wordt gecreëerd dat we met die technologie alles kunnen berekenen en oplossen. Dit draagt bij aan het verliezen van onze verbinding en bescheidenheid ten opzichte van de natuur. De mens creëert of bestuurt de natuur niet. Dit raakt ons allemaal en de planeet direct. Als we er blind op gokken dat technologie onze complexe ecologische problemen wel even oplost, zonder onze afstandelijke houding te veranderen, koersen we af op de afgrond.

De principes van de quantummechanica blijven nog steeds fantastisch, vooral nu ik geleerd heb dat de quantummechanica de fundamentele bouwstenen zijn van het begrijpen van de volledige realiteit. Ik vind het belangrijk dat het eindontwerp de quantumprincipes ervaarbaar maakt binnen de context van de natuur.

Hoofdvraag:

“Hoe kan een interactief ontwerp abstracte quantumprincipes ervaarbaar maken, om zo de bezoeker te verwonderen en een hernieuwd gevoel van verbondenheid met de natuur te laten ervaren?”

Ontwerpvraag:

Hoe ontwerp ik een interactief systeem die elementen van de quantummechanica gebruikt om de gebruiker zich verbonden te laten voelen met het systeem en de gebruiker aanzet tot nadenken over quantum binnen de context van de natuur?

Uit de inzichten die ik uit mijn research heb kunnen halen, heb ik verschillende ontwerpcriteria opgesteld. Deze richtlijnen wil ik gaan gebruiken tijdens het maken van het ontwerp.

Ontwerpcriteria

1. Geen waarnemer, geen beeld
Zonder bezoeker bevindt het systeem zich in een superpositie. Pas wanneer iemand gaat kijken, vindt het waarnemerseffect plaats en neemt het systeem een vaste vorm aan.

2. Oneindige potentie (Many Worlds)
Geen enkele ervaring mag hetzelfde zijn. Door een grote database te gebruiken, krijgt iedere bezoeker zijn eigen parallelle universum te zien. Het moet voelen als een unieke ontmoeting.

3. De context
Het ontwerp wordt gemaakt in de context van een expositie. Voorbeelden hiervan zijn MU Hybrid art house, next nature of de dutch design week.

4. Abstractie boven letterlijkheid
De ervaring moet poëtisch en abstract blijven. De quantumprincipes moeten zintuiglijk voelbaar zijn, zonder dat je er een formule voor hoeft te begrijpen.

5. Autonoom
Het ontwerp is autonoom, dus als het ontwerp is opgezet dan blijft het zonder (mij) ontwerper functioneren.

6.De mens is onderdeel van de natuur
De gebruiker moet zichzelf kunnen terugzien in het systeem. Ik wil dat de gebruiker zich verbonden voelt en dat het aanvoelt dat het een deelnemer is van het systeem in plaats van een externe waarnemer.

7. Open en collectieve ervaring
De ervaring moet openbaar en toegankelijk zijn. De aanwezigheid van één persoon is genoeg om de boel in beweging te zetten, maar meerdere bezoekers kunnen zichzelf in het systeem terugzien. Dit nodigt de gebruikers uit hun eigen gedachtes over dit onderwerp uit te wisselen.

8. Reflectie
De gebruiker wordt aangemoedigd de abstracte quantumprincipes te begrijpen binnen de context van de natuur en de mens.

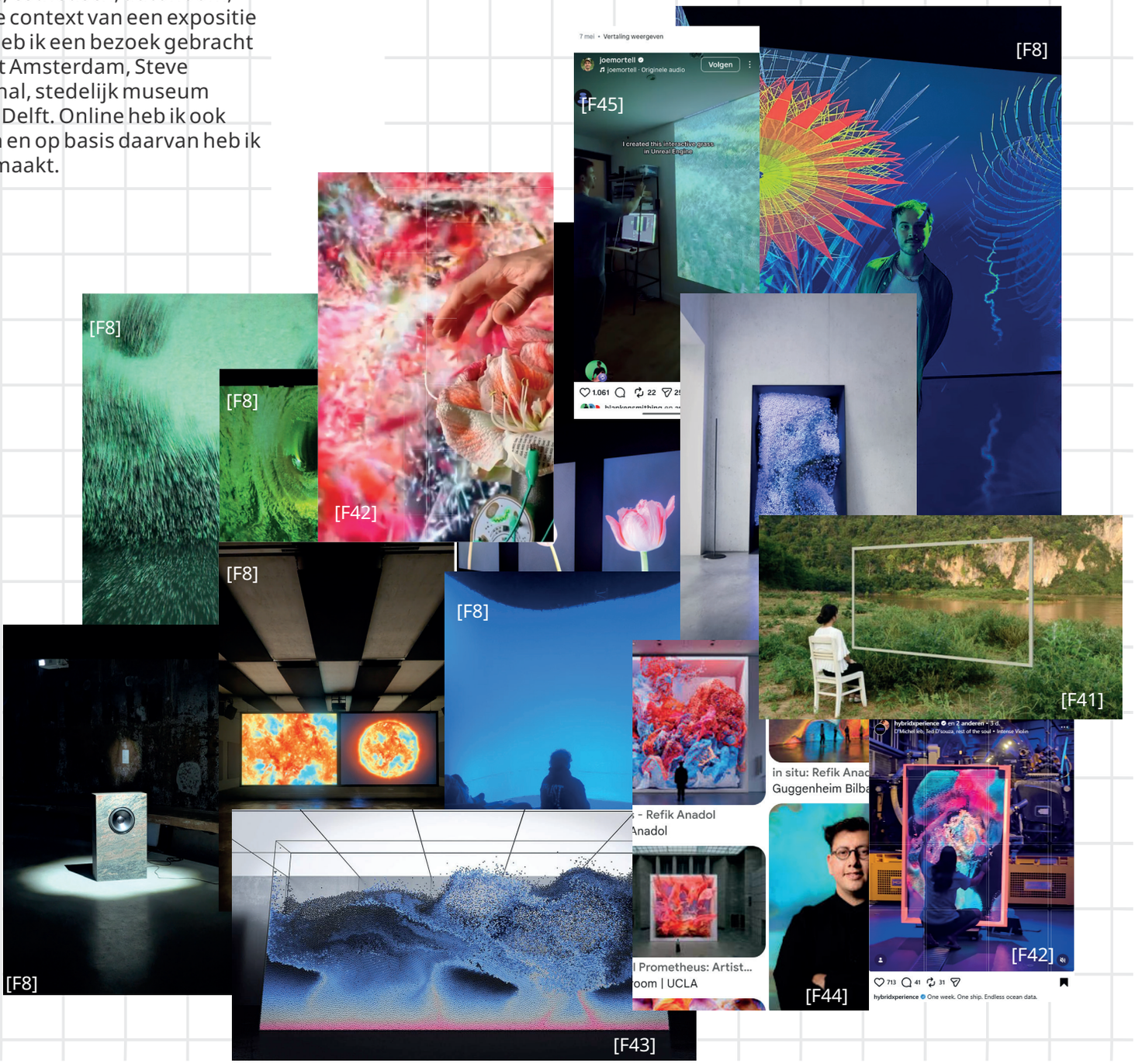
9. Esthetiek
Mijn ontwerpen probeer ik er vaak op het eerste oog indrukwekkend en mysterieus uit te laten zien om de aandacht van de bezoeker te trekken. Vervolgens kunnen ze op eigen iniatief ontdekken wat de boodschap is.

Inspiratie

In de ontwerpcriteria heb ik staan dat ik wil dat de ervaring abstract, esthetisch, autonoom, toegankelijk en in de context van een expositie moet zijn. Daarom heb ik een bezoek gebracht aan Next nature, Nxt Amsterdam, Steve McQuuen, de kunsthal, stedelijk museum Amsterdam, Radius Delft. Online heb ik ook inspiratie opgedaan en op basis daarvan heb ik een moodboard gemaakt.

Dit moadboard laat zien hoe ik wil dat de algemene stijl van het systeem eruit moet komen te zien. Het moet digitaal, dynamisch en abstract zijn. Tijdens de bezoeken aan de musea heb ik ook gelet op de details die er voor zorgen dat een ervaring immersief en intiem aanvoelt.

Daarin komt vooral naar voren dat een ruimte **donker** moet zijn (zorgt voor focus op het ontwerp), **hard geluid** moet hebben(fysieke betrokkenheid) en **dynamisch** (lokt interactie) moet zijn.



Het concept

Op basis van de inzichten uit het onderzoek en de experimenten heb ik een concept ontwikkeld waarin alle ontwerpcriteria samenkomen.

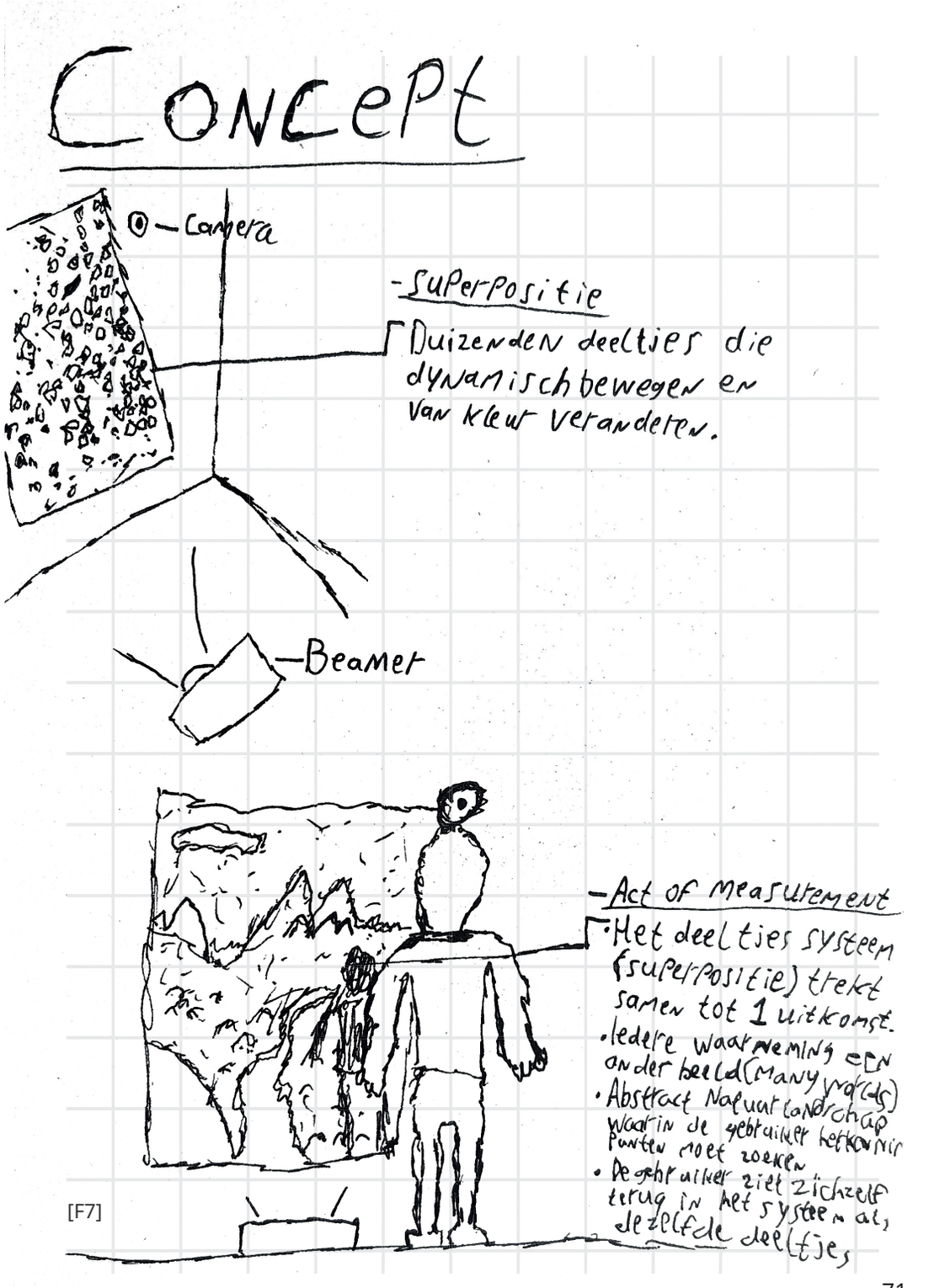
Op een oppervlakte in een donkere, afgesloten ruimte wordt een abstracte variant van een **superpositie** geprojecteerd. Boven deze projectie hangt een webcam die detecteert wanneer er een bezoeker aanwezig is. Bij aanwezigheid van een gebruiker wordt de superpositie van het systeem opgeheven en vindt het **waarnemerseffect** plaats.

Bij voorgaande prototypes legde ik de macht altijd bij de gebruiker door interactie te laten plaatsvinden wanneer zij dit zelf forceerden. Daarmee plaats je de bezoeker echter in een externe rol buiten het systeem en communiceer je dat de mens een losstaande factor is op het gebied van creatie. De installatie moet juist overbrengen dat de mens een participant is binnen het systeem. Net zoals de regels van de quantummechanica beschrijven, wordt de superpositie opgeheven door de waarneming, niet door een specifieke beweging of handeling.

Om de gebruiker een betrokken deelnemer te laten voelen, ziet de bezoeker zichzelf in het systeem terug als exact dezelfde deeltjes waaruit de rest van het systeem is opgebouwd.

Het ontwerp is een ervaring waarin beeld, geluid en interactie samenkomen. Je ziet een deeltjesveld dat op een dynamische en natuurlijke manier over het oppervlak beweegt. Het systeem reageert op je aanwezigheid door een vaste vorm aan te nemen, namelijk een esthetisch beeld van de natuur. Wat de uitkomst is, is onvoorspelbaar. Een superpositie betekent dat er een staat is van oneindig veel uitkomsten, door de collapse wordt er maar één uitkomst de realiteit. De uitkomst varieert daarom continu in een ander beeld om zo **de many worlds theory** ervaarbaar te maken. Om de ervaring nog meer tot leven te laten komen, is er interactieve audio geïntegreerd die bijdraagt aan een intiem en verbonden gevoel.

Het systeem simuleert geen strikte quantumwetten, maar zoekt een balans tussen realisme en creatieve vrijheid. Zo kunnen gebruikers op een interactieve en zintuiglijke manier ervaren wat het effect is van quantumprincipes binnen de context van de natuur en de mens.



[F7]

Uit mijn research heb ik geleerd dat kunst de fundamentele manier is hoe de mens sinds begin der tijden de wereld om zich heen probeert begrijpen. Uiteindelijk heeft kunst er indirect voor gezorgd dat we nu wetenschap hebben.

Om deze cirkel in mijn ontwerp rond te maken, ga ik **geschilderde landschappen** gebruiken om de natuur te representeren. **Dit is de meest pure vorm van een mens die structuur en betekenis geeft aan de realiteit.**

Auteursrecht en academische regels?

Ik heb een bezoek gebracht aan het **Rijksmuseum** om landschappen uit te zoeken die ik wil gebruiken voor in het systeem. Omdat de makers van de schilderijen langer dan 70 jaar dood zijn valt het onder publiek domein en worden ze ook met hoge resolutie door het museum zelf vrijgegeven. Het is wel belangrijk dat ik in mijn bronnenlijst netjes vermeld welke schilderijen ik heb gebruikt. Ook wil ik tijdens de expositie een boekje naast het ontwerp plaatsen waarin alle schilderijen vermeld staan.

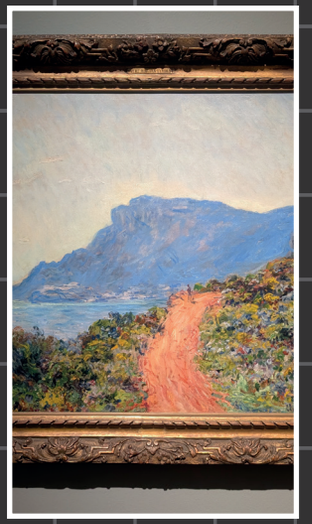
Hoe moet de natuur eruitzien?



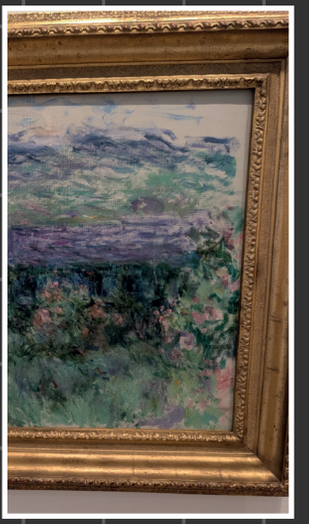
[F8]



[F8]



[F8]

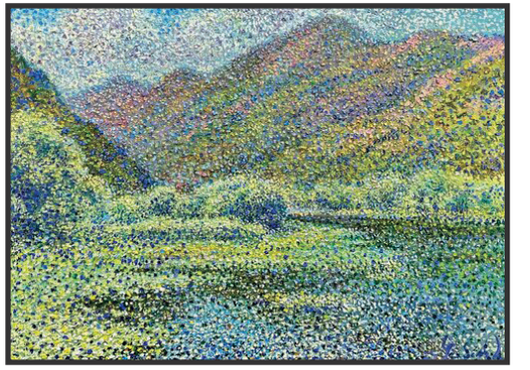


[F8]

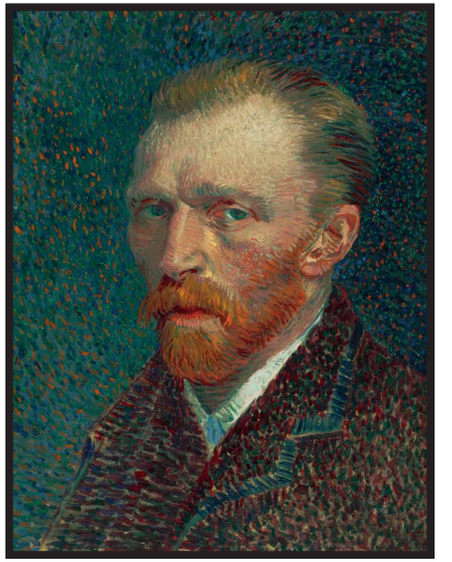
Waarom geschilderde landschappen?

Vanuit de quantummechanica gezien is een schilder die een landschap vastlegt een metafoor voor het scheppen van werkelijkheid door observatie. [25]

Een schilder kijkt verder dan wat je normaal ziet, hij schildert niet zomaar een boom of de lucht, maar een wisselwerking van licht en energie. Kunstenaars die bijvoorbeeld met pointillisme werken laten dit heel mooi zien. Op het doek zie je losse verfvlekken, maar zodra je ernaar kijkt, maak je er zelf een aaneengesloten geheel van. [25]



[F46]



[F47]

Wat is er anders aan dan een foto maken?

In tegenstelling tot een foto, die het beeld in één objectief moment vastlegt, is een schilderij het resultaat van een langdurig en bewust subjectief proces door de kunstenaar (waarnemer).

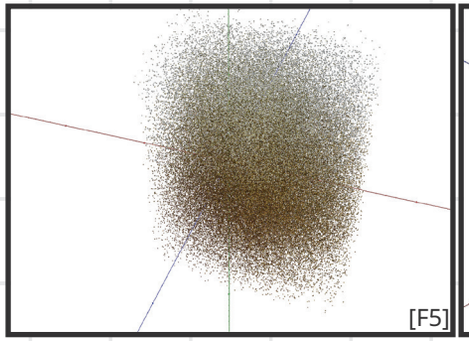
Welke quantum-principes komen in het ontwerp terug?

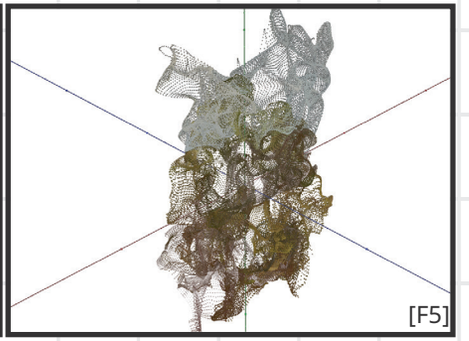
Superpositie
Net als in de quantummechanica bevindt zonder waarnemer het systeem zich in een superpositie.


[F48]


[F5]

In TouchDesigner zet ik met een POP-operator het bestand van het schilderij om naar allemaal hele kleine losse puntjes.


[F5]


[F5]

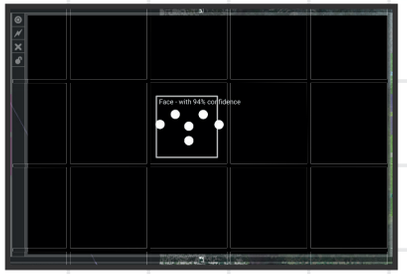
Die kleine puntjes verspreid ik over een groter gebied met een Random-POP. Ik heb vervolgens een Noise-POP gebruikt om de deeltjes als één geheel met elkaar dynamisch te laten bewegen.


[F5]

Om het contrast te versterken heb ik een witte achtergrond gebruikt en dat levert dit resultaat op.

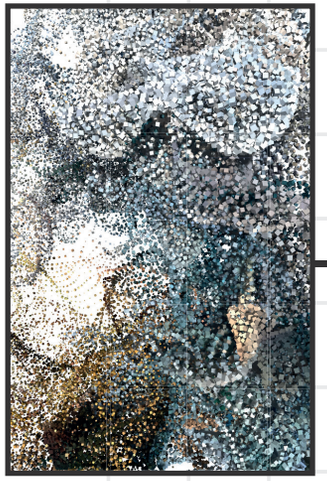
Er is geen specifiek beeld te zien, alles bestaat tegelijkertijd in dit actieve systeem. De bezoeker kijkt hierdoor letterlijk naar een systeem dat nog geen keuze heeft gemaakt, maar waarin alle mogelijke realiteiten al wel in potentie aanwezig zijn.

Het waarnemerseffect
Het waarnemerseffect (of de act of measurement) stelt dat een quantumsysteem zich in een vloeibare wolk van alle mogelijke toestanden (superpositie) bevindt, totdat er een meting of waarneming plaatsvindt. Dan stort het systeem in naar één vaste realiteit. [4]



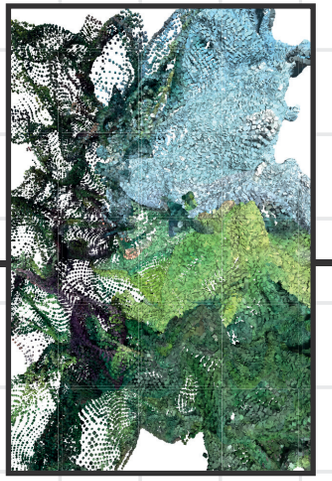
[F5]

Met de MediaPipe-plugin in TouchDesigner heb ik gezichtsherkenning gebruikt om aan het systeem duidelijk te maken dat er een waarnemer aanwezig is.



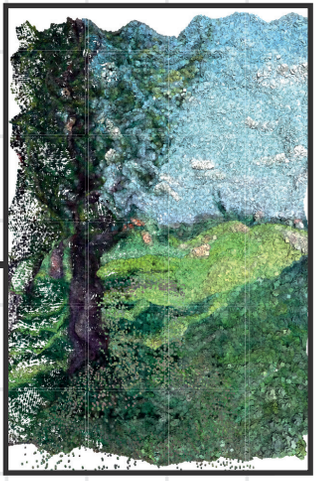
[F5]

Superpositie
Vloeiende potentie van het quantumsysteem waarin nog niets vaststaat.



[F5]

De waarneming
Act of measurement vindt plaats en de superpositie wordt opgeheven.



[F5]

De collapse
De deeltjes hebben een vaste vorm aangenomen.

Many worlds theory
De databasezit vol met schilderijen met diverse kleurvariaties. Iedere keer als het waarnemerseffect plaatsvindt en de deeltjes een vaste toestand aannemen dan wordt er een willekeurig schilderij getoond.

Het syseem toont hiermee letterlijk dat er niet één vaste realiteit is. De bezoeker ervaart dat door hun waarneming deze specifieke realiteit is ontstaan, terwijl de alternatieve uitkomsten (de andere schilderijen) op datzelfde moment ergens anders in de superpositie blijven bestaan.



[F8]

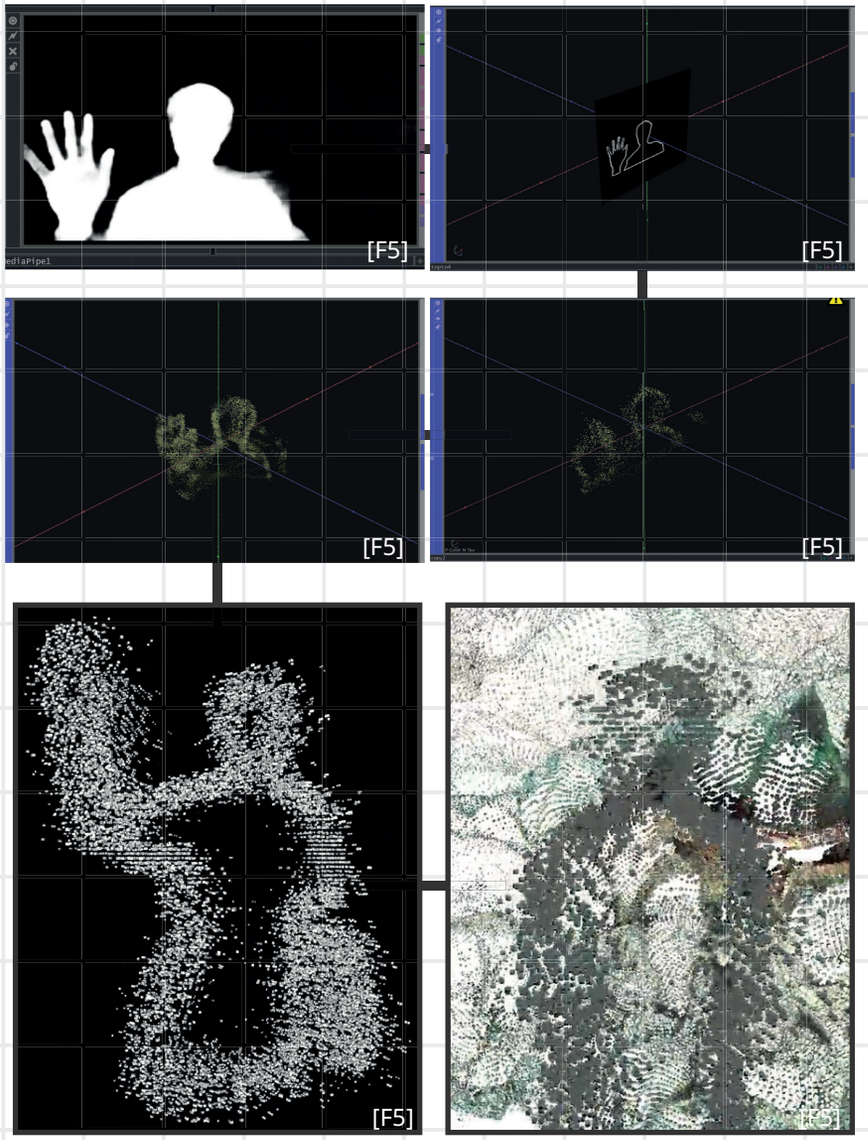
Om te voorkomen dat ik in aftereffects alle transities tussen de schilderijen aan elkaar moet monteren, heb ik in TouchDesigner een manier gevonden om een random uitkomst te forceren vanuit mijn folder.



[F5]

Hoe laat ik de gebruiker zich verbonden voelen met het systeem?

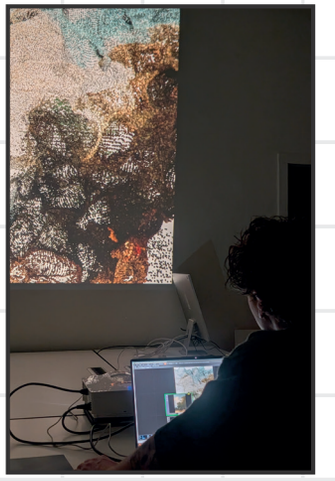
Om de gebruiker zich onderdeeld te laten voelen van het systeem, kan de gebruiker zichzelf in het systeem terugzien als dezelfde deeltjes die het systeem vormen. Hiermee laat ik de gebruiker ervaren dat ze uit dezelfde bouwstenen als de rest van de omgeving bestaan.



Testen

Om het concept van mijn ontwerp te kunnen valideren heb ik op meerdere gebruikers met verschillende intresses en kennis op het gebied van quantummechanica en natuurkunde met het ontwerp experimenten uitgevoerd. Ik heb de gebruikers zonder verbale uitleg een donkere ruimte ingestuurd waar alleen mijn ontwerp stond. Naast het beeld waar het ontwerp op te zien was stond een klein stukje teks met de context om de gebruiker mee te nemen in het verhaal zodat ze kunnen nadenken en zoeken naar herkenningspunten.

De antwoorden en de ervaringen van de gebruikers verschilde enorm van elkaar. Ook heb ik getest met een beamer die heel groot op de muur projecteert en een monitor scherm. Het was te merken dat het gebruiken van een beamer op een grote oppervlakte meer indruk maakte op de gebruiker.


[F8]


[F8]

Het werd duidelijk dat ik moet proberen op een subtiele manierde context van het ontwerp te plaatsen. Ook gaven veel mensen aan dat ze nog wat audiovisuele feedback bij interacite miste.

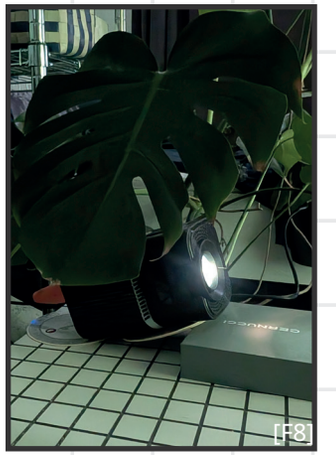
Wat wel goed ging is dat de gebruikers een gevoel van actieve aanwezigheid ervaarde , wat over het algemeen rust bracht en soms zelfs als spiritueel werd ervaren. Een testpersoon gaf aan dat ze zich speciaal voelde doordat ze betekenis kon geven en energie kon omzetten in iets moois. Ze vertelde dat het haar zou kunnen inspireren om vaker bewuster en met meer verwondering om zich heen te kijken en na te denken wat ze erbij voelt. Ook de particle gedaante werkte goed, de testpersonen vertelde dat ze daardoor duidelijk kunnen opmaken dat de deelnemer verbonden is aan het systeem.

De feedback uit de testfase maakte duidelijk dat de installatie een diepere laag raakt dan enkel het ervaren van de quantumprincipes. Testpersonen reageerden sterk op de onderliggende boodschap van onderlinge verbondenheid. Dit bevestigt dat deze abstracte principes een krachtige ingang bieden voor bredere sociale en filosofische vraagstukken. Het publiek ervaarde het systeem als een esthetisch geheel dat pas echt betekenis krijgt op het moment van interactie . Deze resultaten sluiten ontzettend goed aan bij de beoogde kernwaarden van het project en laten zien hoe belangrijk de werking van de interactie is om het doel van het onderwerp voelbaar te maken. Dit is een belangrijk moment geweest voor het verder ontwikkelen van het ontwerp.

Door een tunnelvisie die puur gericht was op het optimaliseren van het ontwerp, ben ik het groenlichtmoment helaas onvoldoende voorbereid ingegaan. Hierdoor kon ik mijn positionering niet scherp genoeg verwoorden. Dit was voor mij de aanleiding om extra tijd en aandacht te besteden aan deze exploratie en de komende presentatie. De ervaring van het ontwerp miste destijds nog onderdelen om de gebruiker te ‘primen’ en zich ermee verbonden te laten voelen. Daarnaast kreeg ik de waardevolle feedback om meer te gaan testen met mensen van buiten de CMD-community.



[F5]

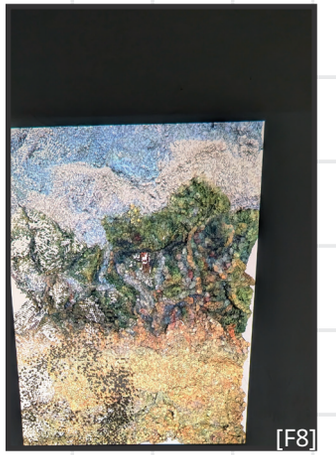


[F8]

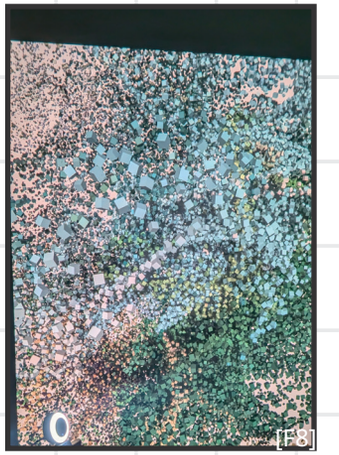


[F8]

Projectie
Ik heb een compacte beamer aangeschaft die ik makkelijk kan vervoeren om te testen bij mijn netwerk. Ik ben langsgegaan bij mensen thuis of op de werkvloer.



[F8]



[F8]



[F8]



[F8]

Deze tests leverde waardevolle inzichten op, ik heb ook nog suggesties gekregen om het gevoel van interactie en verbondenheid met audio te versterken. Ook heb ik vanuit het natuurkunde netwerk van mijn broer nog positieve reacties mogen ontvangen. Er is begrip voor het abstracter maken van bepaalde principes om het duidelijker ervaarbaar te maken, maar de quantumprincipes komen voldoende terug.

Hoe kan geluid de ervaring sterker maken?

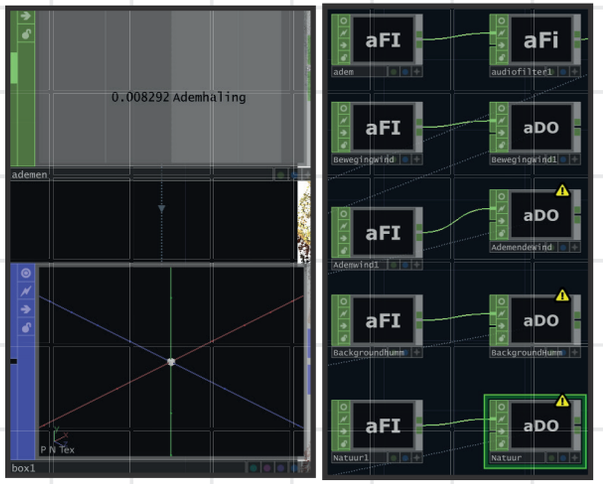
Binnen dit ontwerp speelt audio een ontzettend belangrijke rol. Het bepaald de sfeer en het geeft interactieve feedback. Omdat het systeem draait om de transititie van chaos naar een vaste uitkomst, stuurt het geluid de zintuigen van de gebruiker.

Ambient sound

De soundscape van het systeem moet vredig, krachtig en natuurlijk klinken. Wanneer het systeem zich in een superpositie bevindt, bestaat het geluid uit zware, diepe tonen in combinatie met een ademende wind. Zodra de waarneming (act of measurement) plaatsvindt, maken deze diepe tonen op een subtiele manier plaats voor rustgevende, esthetische natuurgeluiden met een traag tempo. Om de interactie nog tastbaarder te maken, reageert het geluid direct op de gebruiker: bij bewegingen van de handen is er een subtiele windvlaag te horen.

Ademhaling

Tijdens het testen heb ik nog nog waardevolle suggesties gekregen om bijvoorbeeld een ademend effect toe te voegen aan het systeem. Wanneer je de ademhaling van iemand anders (of van jezelf) hoort en daarop afstemt, spiegel je dat ritme. Dit zorgt voor ontspanning, afname van je hartslag en een sterk gevoel van verbinding en veiligheid. Het geluid van de ademhaling gebruik ik ook om de blokjes in het syteem subtiel groter en kleiner te maken om dat gevoel van verbinding ook visueel te 'primen'. [26]

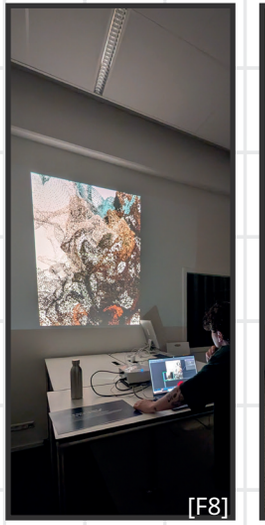


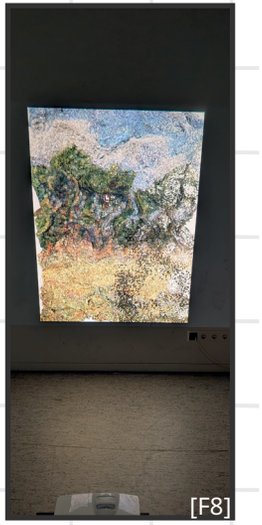
Hoe plaats ik het ontwerp?

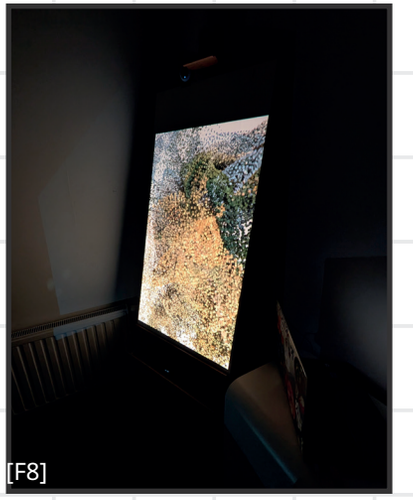
Bijna al mijn keuzes die ik in dit eindontwerp heb gemaakt, komen voort uit een iteratief proces. Dit ontwerp is gericht op ervaring, dus het is belangrijk om genoeg te testen met gebruikers.

In mijn ontwerpcriteria heb ik staan dat het in de context van een expositie moet kunnen staan en dat het openbaar en toegankelijk moet zijn. Ik ben gaan experimenteren met hoe het ontwerp zich verhoudt tot de fysieke ruimte waar ik ga exposeren.

Twee dingen vielen direct op. Groot projecteren maakt veel indruk en dat draagt bij aan de verwondering. Het nadeel ervan is wanneer de gebruiker te dicht op de projectie staat wanneer het te groot is, dan hebben ze moeite met het terugzien van een landschap in het deeltjesveld.

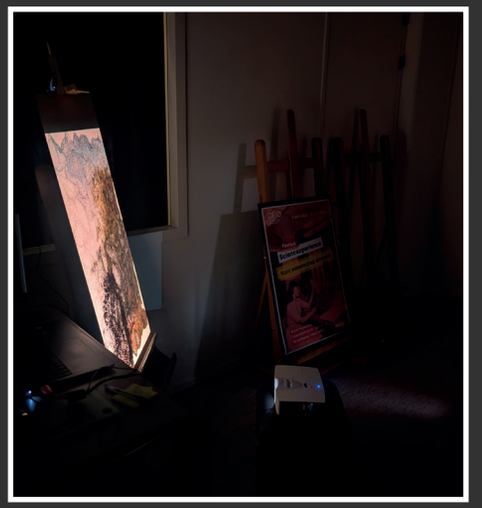

[F8]


[F8]


[F8]

Ateliersezel

Uiteindelijk heb ik een ateliersezel gepakt en een grote plaat erop gezet om op te kunnen projecteren. Qua formaat lijkt dit best goed te werken en ik kan ook vrij eenvoudig de techniek eromheen plaatsen en verbergen. Ook is het een logische keuze gezien de geschilderde landschappen.



[F8]

Als bezoekers de ruimte binnenlopen kijken ze eerst naar een achterkant van de plaat. Ze horen een hoop geluid en ze zien genoeg beweging ervanaf komen dus ze merken dat er iets gaande is. In plaats van de ze een ruimte inlopen en direct de interactie van het waarnemerseffect triggeren, lopen ze nu met al een bewuste focus op het ontwerp af om te kijken wat er gebeurdt. De interactie vindt pas plaats als een gebruiker ervoor gaat staan.

Rechts van het werk hangt de zaaltekst waarin een korte uitleg is te lezen over wat het ontwerp laat zien en waarom het is gemaakt. Deze toelichting helpt net als in een museum of een expositie om het verhaal achter het ontwerp te ontdekken.



[F8]



Zaaltekst
Oikeiose reageert op waarneming. Het maakt abstracte quantumprincipes ervaarbaar om aan te tonen dat we onlosmakelijk deel uitmaken van het systeem dat we observeren. Het systeem begint in superpositie, waarin alle uitkomsten tegelijkertijd aanwezig zijn. Door de waarneming wordt de superpositie opgeheven en verkeerd het deeltjessysteem zich in één vaste realiteit in de vorm van een geschilderd landschap.

Waar de huidige quantum-hype de natuur reduceert tot een berekenbare machine om wereldproblemen op te lossen, gebruikt Oikeiose deze principes juist om de omgekeerde beweging te maken. Het ontwerp herstelt het gevoel van verwondering, bescheidenheid en diepe verbondenheid met onze natuurlijke leefwereld.



[F8]



[F8]



[F8]

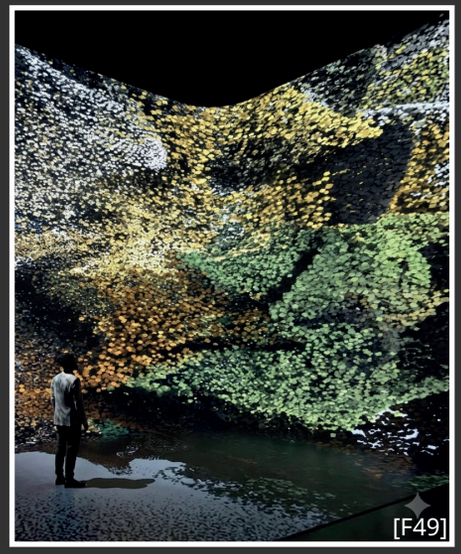
Definitieve plaatsing
Met behulp van Corne en Shimin van de houtwerkplaats heb ik een grote houtenplaat op maat kunnen bemachtigen. Over deze plaat is een wit hoeslaken strakgetrokken om te zorgen dat het contrast overeind blijft. Deze projectie is vijf keer zo groot dan op het ateliersezel maar het komt veel krachtiger over bij de gebruiker door de grootte. Ik moet nu wel extra zorgvuldig een selectie schilderijen in de database zetten die hele duidelijke herkenningspunten hebben, omdat het anders lastig te zien kan zijn dat het een geschilderd landschap is op deze grootte. Zo werkt het eigenlijk precies ook bij pointilisme.

Het ontwerp is nog steeds zodanig geplaatst dat de bezoeker niet bij het betreden van de ruimte het waarnemerseffect activeert maar opbouwend wordt geprimed richting het ontwerp toe, hierdoor voelt het sterker dat het kunstwerk afhankelijk is van een waarnemer.

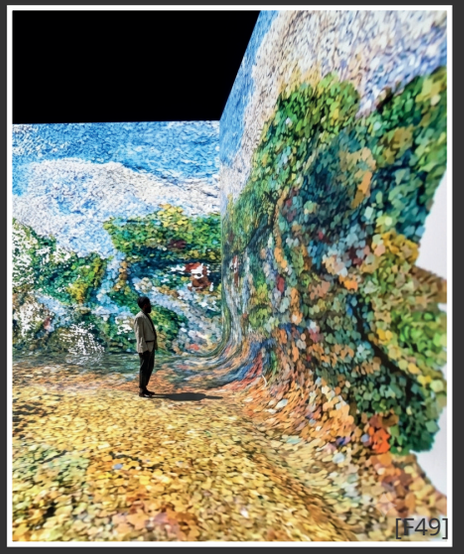

[F8]


[F8]


[F8]


[F49]

Gegenereerd met Google gemini ai


[F49]

Gegenereerd met Google gemini ai

Waar staat het?
Het ontwerp staat binnen de context van een expositie of een mediakunst museum. Deze plekken trekken mensen die openstaan voor nieuwe perspectieven en zich willen laten inspireren. Dit ontwerp zou om specifiek te zijn goed passen bij een MU Hybrid Art of Nxt, dit zijn exposities waar regelmatig projecten te zien zijn die kunst en wetenschap combinerenen.

Voor wie?
De ervaring is in de basis bedoeld voor een breed publiek, maar richt zich specifiek op (jong) volwassenen met een algemene interesse in kunst, technologie, filosofie of de natuur. Door de drempel laag te houden en intuïtieve interactie te gebruiken, wordt het vraagstuk invoelbaar gemaakt voor de alledaagse mens. Het is bedoeld voor iedereen die de verbinding en de verwondering voor de natuur dreigt kwijt te raken.

Hoe begint het?
Zodra iemand voor het werk gaat staan en het van voren bekijkt, dan vindt de interactie plaats. Vanaf dit moment ziet de bezoeker zichzelf ook al terug als deeltjes gedaante als onderdeel van het ontwerp.

Hoelang duurt het?
Zodra de gebruiker wegloopt van het ontwerp dan stopt de interactie en dan valt het systeem weer terug in een superpositie. De ervaring heeft dus geen vaste duur.

OIKEIOSE

Eindproduct
Oikeiose is een interactief mediakunstwerk dat abstracte quantumprincipes ervaarbaar maakt binnen de context van de mens en de natuur. Bij het betreden van de ruimte is de installatie nog niet direct zichtbaar, maar al wel voelbaar aanwezig door het diepe geluid en de trillingen. Eenmaal voor de projectie toont het systeem een abstract beeld van een superpositie: een deeltjessysteem waarin de deeltjes continu van kleur en positie veranderen. Zodra je jouw eigen gedaante weerspiegeld ziet, opgebouwd uit exact dezelfde energie als je omgeving, ervaar je dat je onlosmakelijk verbonden bent met het systeem dat je observeert.

Zodra het systeem doorheeft dat het wordt waargenomen, wordt de superpositie opgeheven en neemt het één vaste toestand aan in de vorm van een geschilderd landschap.Begeleid door ruimtelijke natuurgeluiden en een rustige ademhaling waar het hele systeem synchroon op meebeweegt, wekt iedere bezoeker een geheel eigen realiteit tot leven (geïnspireerd op de Many Worlds interpretatie). Het deeltjessysteem staat symbool voor de oersoep,oftewel de scheppende vormkracht die als blauwdruk in de natuur zit. Als mens zijn wij degenen die hier betekenis, waarde en schoonheid aan toekennen om onze omgeving te kunnen begrijpen.

De grondleggers van de quantumfysica zagen hun ontdekkingen altijd als een les in bescheidenheid: de natuur blijkt op dit fundamentele niveau ongrijpbaar, onvoorspelbaar en niet te controleren. Door de huidige technologische quantumhype verliezen we deze bescheidenheid en onze verbondenheid met de aarde uit het oog. Oikeiose maakt deze principes weer tastbaar en verbindt de verwonderde bezoeker opnieuw met het scheppende systeem dat diep geworteld zit in onze omgeving. [F8]

Testen

Om de impact en werking van het uiteindelijke ontwerp te toetsen, heb ik een testopzet opgezet. Deze resultaten bieden de nodige basis om achteraf een onderbouwde conclusie te kunnen vormen. Het testen heb ik gedaan door mensen de ervaring te laten ondergaan zonder dat ze van enige context waren voorzien. Gedurende de interactie en direct na afloop zijn er via de testopzet gerichte vragen gesteld om dieper in te gaan op de persoonlijke beleving, de intuïtieve reacties en de betekenis die de bezoekers aan het werk geven.

Doelen

- **Waarnemerseffect**

De gebruiker kan minstens benoemen dat hun waarneming het systeem een vaste toestand laat aannemen.

- **Many worlds / superpositie**

De gebruiker kan herkennen dat er vanuit het superpositie deeltjessysteem meerdere unieke realiteiten mogelijk zijn.

- **Onderdeel**

De gebruiker voelt zich verbonden met het systeem en kan herkennen dat het uit dezelfde energie bestaat als de rest van het systeem.

- **Context van de natuur**

De gebruiker moet de ervaring kunnen associëren met de natuur.

- **De boodschap**

De bezoeker wordt verleid om de zaaltekst te lezen en dat zet aan tot reflectie over de relatie met de mens en de natuur.

Test opzet

Volledige opzet is te vinden in bijlage 7.

Testopzet: Validatie van het eindontwerp *Oikeiose*

Aanleiding en doel van de test Mijn hoofdvraag luidt: *Hoe kan een interactieve installatie abstracte quantumprincipes ervaarbaar maken, om zo de bezoeker te verwonderen en een hernieuwd gevoel van verbondenheid met de natuur te laten ervaren?* Om het antwoord op deze vraag te valideren, moet ik toetsen of de combinatie van mijn abstracte interactie en de begeleidende context (de zaaltekst) daadwerkelijk de juiste boodschap overbrengt. Deze test is ontworpen om te meten of de gebruiker de fundamentele quantumprincipes (waarnemerseffect en superpositie) begrijpt, de natuurlijke context herkent, en zich via de tekst aangemoedigd voelt om te reflecteren op zijn eigen rol als deelnemer in het universum.

Context van de test De test vindt plaats in een donkere, museale ruimte (vergelijkbaar met exposities zoals bij (Mu Hybrid Art House of Nxt). De installatie werkt volledig autonoom met beeld (TouchDesigner/MediaPipe) en ruimtelijk geluid. Ik geef vooraf **geen mondelinge uitleg**. De bezoeker moet de context en de interactie volledig zelf ontdekken via de tekst en de ervaring.

Doelgroep Ik nodig (jong)volwassenen uit, idealiter individueel of in duo's, met een algemene interesse in kunst, natuur of technologie, maar zonder diepgaande kennis van quantumfysica. Het is cruciaal om te zien ze de metafoor begrijpen.

De ervaring (Observatie)

Ik laat de testpersoon de ruimte zelfstandig betreden. Van een afstand observeer ik zonder in te grijpen. Ik let specifiek op de volgende acties:

- **Lezen ze de tekst?:** Stoppen ze bij het informatiebordje voordat ze naar de installatie kijken, of lopen ze er direct op af? Lezen ze het eventueel achteraf?
- **De transitie:** Blijven ze lang genoeg staan (circa 30 seconden) om te ervaren dat hun waarneming/silhouet de trillende deeltjes doet stollen tot een vast landschap?
- **Deelnemer vs. Toeschouwer:** Herkennen ze hun eigen silhouet in de deeltjeswolk? Hoe bewegen ze? Proberen ze het als een 'game' te besturen, of bewegen ze rustig mee als onderdeel van het geheel?
- **Reactie op context:** Hoe reageren ze op de geluidsomgeving en de overgang naar het klassiek geschilderde natuurlandschap?

Reflectief gesprek

Direct na de ervaring voer ik een interview om de beleving te toetsen aan mijn vijf ontwerpcriteria:

1. **De vaste toestand (Waarnemerseffect):**
    - *Vraag:* Kun je in je eigen woorden omschrijven wat jouw fysieke aanwezigheid

Test conclusie

De testfase van het ontwerp heeft waardevolle inzichten opgeleverd over hoe het werk wordt ervaren, begrepen en geïnterpreteerd. Door middel van observaties en reflectieve gesprekken na afloop werd de gedachtengang en beleving van de bezoeker inzichtelijk gemaakt.

Wat direct opvalt, is dat de interactie door vrijwel alle deelnemers als rustgevend, levendig en esthetisch mooi wordt ervaren. Omdat het systeem een natuurlijke rust uitstraalt, nemen gebruikers dit tempo over. Het ontwerp slaagt erin om een moment van vertraging en aandacht te creëren, waarbij bezoekers uitgebreid de tijd nemen om hun eigen rol binnen de installatie te onderzoeken. Een opvallend en positief resultaat is de intuïtieve werking van het concept, bijna alle deelnemers hadden snel in de gaten dat puur hun fysieke waarneming ervoor zorgt dat de abstracte superpositie wordt opgeheven tot één vaste vorm. Door met het systeem te spelen, ontdekten ze dat elke waarneming een uniek landschap genereert. Dit bleek een zeer effectieve manier om de abstracte many worlds theory tastbaar en ervaarbaar te maken.

Toch verschillen de filosofische interpretatie en de impact van de ervaring sterk per persoon, sterk afhankelijk van de geboden context. Omdat de deelnemers in eerste instantie zonder voorkennis de ruimte betraden, riep de eerste indruk vooral visuele verwondering op, maar drong de kernboodschap over onze lotsverbondenheid met de natuur nog niet bij iedereen door. Deze interpretatie werd duidelijker zodra de bezoekers de zaaltekst lazen. Wat laat zien dat het ontwerp de potentie heeft om een daadwerkelijke verschuiving in perspectief teweeg te brengen. Van een technologische ervaring naar een diepere reflectie op de natuur.

Dit wijst erop dat, hoewel de abstracte ervaring succesvol uitnodigt tot de ervaring van verwondering en verbinding, dit niet automatisch leidt tot een volledig begrip van de kritische stellingname als het ontwerp zonder context wordt aangetroffen. Wat deze tests vooral duidelijk maken, is dat de installatie grote potentie heeft om een moment van persoonlijke verwondering te creëren, maar dat de inhoudelijke impact afhankelijk blijft van de context en de bereidheid van de kijker om zich daarin te verdiepen.

De ervaring slaagt het best wanneer de intuïtieve, fysieke interactie wordt versterkt door de zaaltekst. Zo blijft de bezoeker niet vastlopen in abstracte verwondering, maar krijgt de ervaring de betekenisvolle, filosofische lading die het vraagstuk vereist.


[F8]

Conclusie

"Hoe kan een interactief ontwerp abstracte quantumprincipes ervaarbaar maken, om zo de bezoeker te verwonderen en een hernieuwd gevoel van verbondenheid met de natuur te laten ervaren?"

De westerse drang om de wereld te meten, te berekenen en te beheersen, heeft ons steeds verder van de natuur vervreemd. Quantumtechnologie wordt vandaag de dag vaak gepresenteerd als de volgende stap in deze illusie van controle. Deze technologische hype verstoort onze verbondenheid en bescheidenheid ten opzichte van de natuur.

Dit afstudeerproject begon met de ambitie om onzichtbare, abstracte structuren te ontrafelen, maar transformeerde in een zoektocht naar onze menselijke rol daarin. Via uitgebreid theoretisch onderzoek, gesprekken met experts en iteratieve experimenten in TouchDesigner is het eindontwerp Oikeiose ontstaan. Een installatie die de abstracte theorieën van de quantummechanica poëtisch en zintuiglijk invoelbaar maakt in de context van de natuur.

Dit onderzoek toont aan dat een interactief ontwerp de bezoeker kan verwonderen en verbinden door de menselijke, fysieke aanwezigheid in te zetten als interactie. Zodra de abstracte, dynamische chaos van een quantum-superpositie door fysieke waarneming van de bezoeker 'collapsed' tot een klassiek geschilderd landschap, wordt het waarnemerseffect een tastbare ervaring. De bezoeker ontdekt hier geen afstandelijke realiteit, maar ervaart direct de universele 'vormkracht'. Wij zijn geen externe toeschouwers die aan de knoppen draaien, maar actieve deelnemers die door bewuste aandacht betekenis en schoonheid scheppen uit een oersoep van potentie.

Echter, om deze visuele verwondering daadwerkelijk om te zetten in een hernieuwd gevoel van verbinding met de natuur, is de juiste context nog wel nodig. Uit de validatie blijkt dat de abstracte interactie pas filosofische impact bereikt wanneer deze wordt ondersteund door de zaaltekst.

Oikeiose biedt de bezoeker een moment van rust en laat de gebruiker via een combinatie van beeld, ruimtelijk geluid voelen wat de klassieke Stoa bedoelde met oikeiose: het proces waarin je leert om jezelf en je omgeving als één verbonden geheel te zien.

Wat zou ik doen met meer tijd?

In de toekomst zou ik nog graag willen experimenteren met quantum entanglement. Mijn ambitie is om ergens aan de andere kant van de wereld een student te vinden die enthousiast genoeg is om onze installaties aan elkaar te koppelen, om zo op gigantische afstand deze verstrengeling voelbaar te maken. Dit idee spookte tijdens het proces vaak door mijn hoofd en ik heb onderzocht wat er op korte termijn mogelijk was, maar dit bleek binnen de huidige tijdlijn helaas moeilijk haalbaar.

Verder zou ik nog willen experimenteren in rook, het creëren van hologrammen, of door de installatie te projecteren op grotere, contextuele objecten. Aangezien TouchDesigner zich als platform in een actief blijft ontwikkelen, bieden ook de nieuwste AI-updates en verfijnde plugins een nieuwe mogelijkheden om te ontdekken wat er op creatief en technisch vlak nog meer mogelijk is.



Dankwoord

Dit afstudeerproject heeft pieken en dalen gekend. Over het algemeen heb ik er enorm van genoten maar ik wil graag de mensen bedanken die voor mij klaarstonden toen het iets minder ging. Ik heb ontzettend veel geleerd en voel me zowel als persoon als ontwerper enorm gegroeid. Dit was me nooit gelukt zonder de steun van de mensen om me heen. Een aantal van wil ik hier speciaal noemen:

Wander, bedankt voor je waardevolle begeleiding tijdens dit project. Lucas, jou ben ik onbeschrijfelijk dankbaar voor alle gesprekken en inzichten. Ruben, bedankt voor het afgelopen jaar, ik ga het samen koffie drinken missen. Jendo, bedankt voor het uitlenen van je laptop. Corne en Shimin, thanks voor het helpen met de plaat. Bedankt aan iedereen die me heeft geholpen door over het project te sparren of om de tijd te nemen om te testen.

Daarnaast wil ik Jor Frencken, Sander Otte en Maarten van Buuren bedanken voor de openhartige gesprekken. Jullie inzichten hebben allemaal op hun eigen manier bijgedragen aan de uiteindelijke vorming van dit project.

Ik kijk terug op een geweldige vier jaar waarin ik onvergetelijke avonturen heb meegemaakt. Ik heb hele mooie mensen leren kennen niet alleen op deze opleiding, maar ook in de stad Breda. Ik zal het geluk dat ik deze afgelopen vier jaar heb ervaren voor altijd blijven koesteren. Bedankt.

Patrick Vastenhoud



Bronnenlijst

1. Vierde dimensie - Uit Wikipedia, de vrije encyclopedie - 8 feb 2024 https://nl.wikipedia.org/wiki/Vierde_dimensie

[2] Natuurkundige Carlo Rovelli: ‘Tijd gaat niet overal even snel - Door Marnix Verplancke op 9 juli 2025 https://www.filosofie.nl/natuurkundige-carlo-rovelli-tijd-gaat-niet-overal-even-snel/

[3] F.A. Muller Kwantum of Quantum - 31 jan 2001 chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://webspace.science.uu.nl/~mulle106/KWQM-NRCHa2001.pdf

[4] Jessica Abbadia - Wat is kwantumtheorie: Van grondbeginselen tot toepassingen - 17 dec 2023 - https://mindthegraph.com/blog/nl/wat-is-de-kwantumtheorie/

[5] TNO - Op weg naar het quantum tijdperk: innovatie en samenwerking met TNO - https://www.tno.nl/nl/digitaal/semicon-quantum/quantumtechnologie/

[6] Mayra van Houts - Quantum Technologies - 2026 - https://www.hollandhightech.nl/innovatie/innovatiedomeinen/quantum-technologies

[7] Wikipedia - Wave function - 30 mei 2026 - https://en.wikipedia.org/wiki/Wave_function

[8] Quantumfysica (3): Golven of deeltjes? - Marcel Vonk - 27 jan 2015 - https://www.quantumuniverse.nl/quantumfysica-3-golven-of-deeltjes

[9] SKETCHES OF QUANTUM CONCEPTS - Amy Karle - 2023 - https://www.amykarle.com/project/quantumsketches/

[10] The Born Rule - QuTech Academy - 2 aug 2021 - https://www.youtube.com/watch?v=kk4gd4TIokw

[11] Coexist - Emergence Delft - 2025 - https://www.emergencedelft.nl/nmp3-quantum-art-development

[12] Maarten Van Buuren - Quantum, de oerknal en God - 2021

[13] Rathenau Instituut - Quantumtechnologie in de samenleving - 2023 - chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.rathenau.nl/sites/default/files/2023-05/Scan_Quantumtechnologie_in_de_samenleving_Rathenau%20Instituut.pdf

[14] World Economic Forum - Quantum Technologies Can Help Tackle Climate, Hunger, Disease, but a Massive Skills Gap Stands in the Way - 13 Sep 2022 - https://www.weforum.org/press/2022/09/a-quantum-technology-can-help-tackle-climate-hunger-and-disease-but-massive-skills-gap-stands-in-the-way/

[15] Nobel Laureate: Quantum Computing Won't Overtake Classical Machines Anytime Soon - 19 feb 2025 https://thequantuminsider.com/2025/02/19/nobel-laureate-quantum-computing-wont-overtake-classical-machines-anytime-soon/

[16] Anka van de Merbel, Jasper Peer, Sanne J W Willems and Julia Cramer - 'Quantum technology will change my life.' Citizens' attitudes and knowledge of quantum science and technology- 25 jul 2024 - https://iopscience.iop.org/article/10.1088/2399-6528/ad48d3

[17] QuantumFlagship - New survey reveals public support for quantum science and technology - 14 april 2025 - https://qt.eu/news/2025/2025-04-14_new-survey-reveals-public-support-for-quantum-science-and-technology

[18] Mirage - Cave Paintings and the Dawn of Human Creativity - 2 jul 2023 - https://www.miragenews.com/cave-paintings-and-the-dawn-of-human-creativity-1039005/

[19] Alexandra Bardon - Why is Art History Important? 12 Key Lessons- 8 dec 2023 - https://www.lindenwood.edu/blog/why-is-art-history-important-12-key-lessons/

[20] Medium - The History of Quantum Mechanics by Werner Heisenberg - 29 jun 2025 - https://medium.com/physics-in-history/the-history-of-quantum-mechanics-by-werner-heisenberg-561a41f61ba7

[21] Philosophy - Why were the founders of quantum mechanics idealists?-2024 - https://philosophy.stackexchange.com/questions/107864/why-were-the-founders-of-quantum-mechanics-idealists

[22] Juwelenschip - Wat Erwin Schrödinger over de Upanishads zei door Viraj Kulkarni - 1933 - https://juwelenschip.nl/2020/12/05/wat-erwin-schrodinger-over-de-upanishads-zei-door-viraj-kulkarni/

[23] John Gribbin - The Many-Worlds Theory, Explained - 20 mei 2020 - https://thereader.mitpress.mit.edu/the-many-worlds-theory/

[24] Gerard 't Hooft - 1999 - Verstrengeling https://www.terzijdeterzake.com/post/verstrengeling

[25] Center for quantumnanoscience How Do Art and Quantum Nanoscience Connect?- 2019- https://qns.science/2019theworldofquantum/

[26] adem.nl - De Wetenschap Achter Ademwerk - 2026 - https://www.adem.nl/de-wetenschap-achter-ademwerk/

Bronnenlijst Afbeeldingen

[F1] Fotobusbreda - 2025 - pasfoto

[F2] Recherge - Interstellar Tessarect - 2014 - https://nl.pinterest.com/pin/405675878942115966/

[F3] S2Lab - Tessarect - 2024 - https://s2lab.cs.ucl.ac.uk/projects/tesseract/

[F4] Richard Webb - 2022 - Tijdelementen https://www.newscientist.com/article/mg25433-910-500-what-is-time-the-mysterious-essence-of-the-fourth-dimension/

[F5] Patrick Vastenhoud - 2026 - Screenshot in TouchDesigner

[F6] Patrick Vastenhoud - 2026 - Screenshot in Blender

[F7] Patrick Vastenhoud - 2026 - Getekende schets

[F8] Patrick Vastenhoud - 2026 - Foto gemaakt door de auteur

[F9] Orren Jack Turner - Portret foto van Einstein - 1947 - https://en.wikipedia.org/wiki/Albert_Einstein

[F10] Dirk K F Meijer - 2019 - Quantumprinciples - https://www.researchgate.net/figure/Elements-of-quantum-physics-uncertainty-of-position-of-particles-wave-particle_fig23_275016983

[F11] Eric Cornell - 1995 - visualisatie Einsteincondensaat - https://en.wikipedia.org/wiki/Bose%E2%80%93Einstein_condensate

[F12] Shoi - 2020 - error404 cat - https://nl.pinterest.com/pin/841117667951648450/

[F13] PoorLeno - 2010 - Visualisatie orbitals - https://en.wikipedia.org/wiki/Atomic_orbital

[F14] Google - 2018 - Quantumcomputer - https://quantumai.google/whatisqc

[F15] Gabriela Barreto - 2014 - Schrödingerscat - https://phys.org/news/2014-08-picturing-schrodinger-cat-quantum-physics.html

[F16] Aleksandr Berdnikov - 2019 - Double slit experiment - https://www.salon.com/2019/06/02/how-quantum-theory-clashes-with-reality/?utm_source=Pinterest&utm_medium=organic

[F17] Screenshot van google afbeeldingen pagina bij de zoekterm quantumwavefunction - 2026 - https://www.google.com/search?sa=X&sca_esv=25bb37eb50603e0c&sxsrf=ANbL-n5d2CfFzDxr-x2T6zqVJ5MKj9lIEA:1781694077321&udm=2&fbs=ADc_l-YGrpJMQtvj-Q6h14rj-dfIrGHtbS2sKx-L4Fs6XrHXZTuIAorsV4kq4VWGgn0gISA80VqBSPIYdptYkeGfZOu5o-TrPDDxqnJSjIIOAGHIdNjAR9u4ESVAIlqCyt-1--uceDcm5EyZY9qDVfMLrt6agiQSB4fbcToQqcSYGk2bxIng0gxF_FC_YgC51jFXcge-RSzeTu&q=quantum+wave+function&ved=2ahUKE-

wi0x87Uj46VAxUm1AIHHdi1AAQQtKgLegQIGRAB&biw=1745&bih=937&dpr=1.1

[F18] Amy Karle - 2023 - abstracte visualisatie golffunctie - https://www.amykarle.com/project/quantumsketches/

[F19] Spyridon Champeris Tsaniras - 2008 - Orbitals - https://www.researchgate.net/figure/Hydrogen-atomic-orbitals-represented-as-probability-density-plots-The-darker-the_fig1_228078714

[F20] Jane Louise - 2012 - Bovennatuurlijke ervaring - https://jane-louisekelly.com/category/the-voice-of-non-duality/

[F21] Tu Delft - 2023 - Foto van Sander Otte - https://learningforlife.tudelft.nl/instructors/sander-otte/

[F22] Tu Delft - 2024 - screenshot uit youtube video TU Delft - https://www.youtube.com/watch?v=NE2tugHqxN4

[F23] Lemniscaat - 2021 - Cover voor Quantum, de oerknal en God. - https://www.volkskrant.nl/cultuur-media/meanderende-bespiegelingen-over-quantummechanica~bf744751/

[F24] WILLIAM BLACKWELL - 1983 - Compositie ruimte - https://betonbabe.tumblr.com/tagged/80s

[F25] JDLKNDL . - 2021 - Hand - https://nl.pinterest.com/pin/596586281872344442/

[F26] Bundescha - 1933 - Portretfoto Heisenberg - https://physicsworld.com/a/werner-heisenberg-controversial-scientist/

[F27] IBM Research - 2020 - Screenshot video over quantumcomputers - https://youtu.be/i4Z3Bb6ObSA?si=jKSIBW08QRrHcAsY

[F28] Rand - 2026 - screenshot artikel over quantumcomputers - https://www.rand.org/pubs/commentary/2026/03/five-ways-quantum-technology-could-shape-everyday-life.html

[F29] Insight Partners - 2022 - Screenshot artikel over quantumcomputers - https://www.insightpartners.com/ideas/how-quantum-computing-can-solve-real-world-problems/

[F30] Google - 2025 - Screenshot over hoe google beweert wereldproblemen met quantumtechnologie te kunnen oplossen - https://blog.google/innovation-and-ai/technology/research/google-quantum-computer-real-world-applications/

[F31] Looking glass university - 2025 - Screenshot van video over hoe een quantumexpert uitlegt dat quantumtechnologie overhyped is - https://youtu.be/pDj1QhPOVBo?si=GRxi63HIRs3Ztg56

[F32] ILONA LIONESS - 2017 - Foto van een zonnebloem - https://nl.pinterest.com/pin/140806235133360/

[F33] Holbewoner - tussen 4500 en 2500 v.Chr - Muurschildering uit Tassili n'Ajjer

[F34] Linda Norris en Rachel Philips - niet bekend - Glas en lood raam - https://cgs.org.uk/artists/norris-linda/

[F35] Raffaello Sanzio - 1509 -School van Athene

[F36] Banksy - 2007 - De bloemenwerper

[F37] American institute of physics - 1922 - Foto van Niels Bohr - https://rinconeducativo.org/en/recursos-educativos/niels-bohr-contributed-understanding-atom-and-quantum-mechanics/

[F38] Robertson - 1933 - Foto van Schrödinger - https://www.britannica.com/biography/Erwin-Schrodinger

[F39] Bright Side - 2019 - Screenshot uit video van Bright Side over de many worlds theory - https://www.youtube.com/watch?v=JeS4wGguldk

[F40] VICTOR DE SCHWANBERG - 2015 - Quantum verstrengeling visualisatie - https://www.sciencephoto.com/media/571730/view/quantum-entanglement-conceptual-artwork

[F41] Duc Cuong ha - 2025 - the framed landscape

[F42] Hybrid experience - 2026 - screenshot van kunstwerk op instagram - @hybridexperience

[F43] Maxim Zhestkov - 2024 - bewegende deeltjes kunstwerk 'volumes'

[F44] Refik Anadol - screenshot van afbeeldingenpagina op google van Rafik Anadol

[F45] Joe Mortel - 2026 - screenshot van instagram video Joe Mortel - @joemortell

[F46] Andrey Chebotaru - 2024 - pointilisme A summer day - https://www.singulart.com/nl/kunstwerken/andrey-chebotaru-a-summer-day-2214194

[F47] Vincent van Gogh - 1887- Zelfportret van Vincent van Gogh

[F48] Gustave Courbet - 1873 - Schilderij landschap Paysage

[F49] Gegenereerd door Gemini Nano Banana Prompt; Place the attatched image into a immerseve art screen exposition like Nxt museum in Amsterdam

Without changing our pattern of thought,



Albert Einstein