

VR & Neurofeedback

Naar een inclusieve stad



OLIFANTEPAD CS

Designtools voor de stad van de toekomst



Inleiding

Het Olifantenpad Consortium is een samenwerking van ontwerpers van buitenruimte, van licht, experts op het gebied van VR en Neurofeedback en een stadpsycholoog. Wat ons bindt en drijft is:

- » een grote interesse in een **andere rol voor de stadsbewoner** in het ruimtelijke ontwerpproces.
- » het gebruik van **technologie en psychologie** als ondersteuning bij het ruimtelijke ontwerpproces.

Samen geven we vorm aan een nieuw, andersoortig proces en experimenteren met dit proces in verschillende samenstellingen in onze projecten. Wij zetten hierbij bewust technologie in.

De Gemeente Eindhoven vroeg ons om aan de slag te gaan met het ontwerpen van lichtscenario's voor de binnenstad. Dit was voor ons de eerste keer dat we **VR & Neurofeedback** in de praktijk combineerde om de bewuste en onbewuste reacties van mensen op de verschillende ontwerpen te meten.

In navolgend stuk leggen wij deze methode uit en trekken conclusies.



STELLING: De traditionele rol en manier van werken van de ontwerper in de stad is aan het veranderen. De tijd van de goed bedoelde tekentafelplannen en de onbedoelde olifantenpaadjes willen we achter ons laten. We proberen niet meer ontwerpend een allesomvattende oplossing te bieden maar willen de stadsbewoner juist ondersteunen in het maken van goede keuzes voor hun eigen omgeving.

"....In short, designing the female half of the world out of our public spaces is not a matter of resources. It's a matter of priorities, and, currently, whether unthinkingly or not, we just aren't prioritizing women. This is manifestly unjust, and economically illiterate. Women have an equal right to public resources: we must stop excluding them by design."

-INVISIBLE WOMEN, Data bias in a world designed for men - Caroline Criado Perez



<----- Fietstunnel Eindhoven

Inclusiviteit en Ruimtelijk ontwerp

We willen de openbare ruimte ontwerpen en inrichten op een manier zodat deze toegankelijk is voor alle gebruikers en dat ze zich daar prettig en veilig voelen. Dit is niet makkelijk, een jonge man van 1.90m. beleeft de ruimte allicht anders als een Turkse oma.

Om een werkelijk inclusieve openbare ruimte te ontwerpen heeft de ontwerper input nodig van een zo breed mogelijk groep van toekomstige gebruikers van de ruimte. Hierbij loopt de ontwerper tegen een aantal hindernissen op:

- » Een ruimtelijk ontwerper heeft in zekere zin een **beroepsdeformatie**. Door de eigen opleiding en ervaring beleeft hij/zij de ruimte anders. Zelfs de minst arrogante, meest empathische ontwerper kan dit fenomeen niet helemaal ontlopen.
- » **Participatieprojecten** leveren maar weinig inclusieve input die bruikbaar is voor de ontwerper. Het valt buiten de scope van dit stuk om verder in te gaan op de huidige praktijk van participatie binnen het ruimtelijk ontwerpproces, maar we durven te stellen dat er maar zelden nuttige informatie op dit gebied gegeneert wordt.
- » **Ruimtelijke beleving is grotendeels onbewust**. De aanwezigheid van groen en de manier van verlichting zijn bijvoorbeeld heel belangrijke aspecten wanneer het gaat om ruimtelijke beleving, maar wanneer je de bewoners hierop bevraagd is het al snel duidelijk dat ze zich hier niet zo bewust van zijn. Ze weten of ze zich veilig, prettig of juist niet, voelen maar kunnen maar moeilijk beredeneren waar dit precies aan ligt. Dit wordt nog moeilijker als je hen vraagt zich dit voor te stellen bij een ontwerp dat nog niet gebouwd is.

Hoe komen we dan tot een werkelijk inclusief ontwerp?

Technologie en psychologie

De leden van het Olifantenpad Consortium ontwikkelen een tool, die ontwerpers de mogelijkheid geeft zowel de bewuste als onbewuste reacties van mensen op een ruimtelijk ontwerp te meten. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een combinatie van nieuwe technologieën (VR, AI en Neurofeedback) en psychologie.

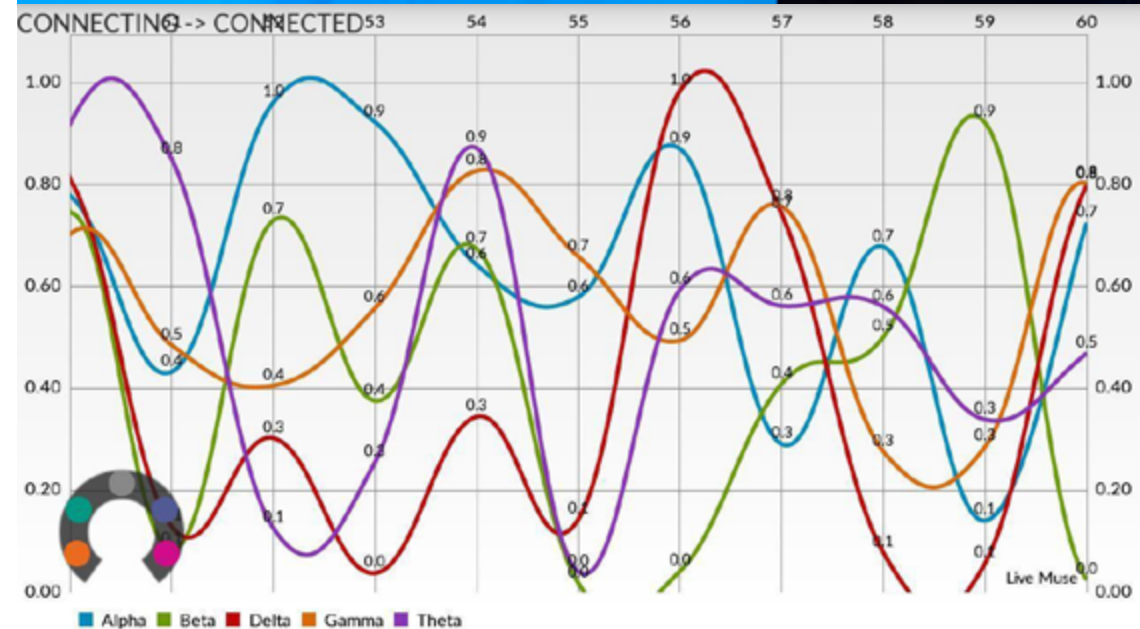
Virtual Reality

We zien Virtual Reality als de ideale testomgeving voor stedelijke ingrepen of ruimtelijk onderzoek. Belangrijk voor een goede testomgeving is dat de parameters voor alle testpersonen zo identiek mogelijk zijn. Pas dan kun je de reacties van de testpersonen vergelijken. Dit is met VR eenvoudig (en goedkoop) te realiseren.

Een ander groot voordeel bij VR is dat in tegenstelling tot werken met tekeningen, je geen ruimtelijk inzicht nodig hebt om het te begrijpen. Je hebt het gevoel dat je er echt bent. We weten uit ervaring dat de immersiviteit van deze techniek dusdanig groot is, dat bezoekers van de virtuele omgeving een realistische indruk krijgen van het ontwerp.

Neurofeedback, AI en psychologie

Hoewel ieders hersengolven uniek zijn kunnen wij met neurofeedback 'aflezen' wanneer mensen zich op hun gemak voelen, geactiveerd worden, zich ontspannen of juist onveilig voelen. De juiste interpretatie van de reacties zijn hierbij essentieel en zijn bij verschillende testen onderzocht door naast het meten ook de testpersonen te bevragen. Om juist de reacties te filteren die essentieel zijn voor ruimtelijke beleving, hebben we algoritmen ontwikkeld die bepaalde hersengolven benadrukken gebaseerd op deze testen en conclusies.



^ output neurofeedback



Lichtscenarios binnenstad Eindhoven

Na een aantal experimenten waaronder “**De lichtkathedraal**” tijdens GLOW 2019, waar we met neurofeedback de reacties hebben gemeten van honderden mensen, kregen we de kans om onze tool in de praktijk uit te proberen bij een nieuw project: het ontwerp van de nieuwe verlichting voor de Eindhovense binnenstad.

Hierbij hebben wij met VR & Neurofeedback verschillende lichtscenario's getest met groepen Eindhovenaren met het doel om de lichtscenario's te kiezen waarbij de meeste mensen zich prettig voelen. Hierbij is verschil gemaakt tussen de locaties Rechtestraat en Stratumseind. De eerste is een winkelstraat die in de avond leeg en gesloten is, terwijl de andere straat in het uitgaansgebied ligt en pas tot leven komt als het donker is.

De navolgende tekst bespreekt dit onderzoek en de resultaten. Het is een hoofdstuk uit het **11/24 Lichtmanifest**, uitgegeven door het **NSVV** (Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde).

<----- Prototype ILSE op Stratumseind

Samen lichtbeleving ontwerpen met VR, neurofeedback en psychologisch onderzoek

Democratisering in de stedelijke ontwikkeling gaat over meepraten, meedoen en meebeslissen. Bij lichtontwerp vraagt dat om een vernieuwende aanpak. Om de eenvoudige reden dat het bewustzijn van mensen over licht in de openbare ruimte vaak niet verder gaat dan dat er teveel of te weinig licht is. Hoe kunnen bewoners en gebruikers dan toch op een zinvolle manier meepraten en meebeslissen over lichtontwerp? Om nieuwe lichtscenario's te ontwikkelen voor de Eindhovense binnenstad ontwikkelden we een gecombineerde aanpak, bestaande uit Virtual Reality (VR), neurofeedback en psychologisch enquêteonderzoek en interviews.

Onbewuste beleving van licht vraagt om een mixed-method onderzoeksproces

Licht draagt in belangrijke mate bij aan een prettige beleving van de omgeving. Doordat de beleving van licht grotendeels onbewust is, staan lichtontwerpers voor een complexe uitdaging. Want, hoe bevraag je mensen over iets wat onbewust is? En hoe neem je daarin mee dat de openbare ruimte van iedereen is en door een enorme diversiteit aan mensen wordt gebruikt? Dat de ervaring van licht wel eens afhankelijk zou kunnen zijn van zaken als leeftijd, gender, cultuur, etc.?

Mensen alleen bevragen met bijvoorbeeld een enquête heeft dan beperkingen. Het leidt al snel tot rationalisatie van onbewust gedrag en sociaal wenselijke antwoorden, waardoor moeilijk te achterhalen is wat 'waar is'. Onbewuste ervaringen onderzoeken, zoals beleving van licht, vraagt om een mixed-method aanpak. Zo'n aanpak ontwikkelden we in de Eindhovense binnenstad. Voor de gemeente Eindhoven onderzochten we lichtscenario's voor het nieuwe Intelligente Lichtsysteem (ILSE) in de



<----- Stratumseind

binnenstad. We koppelden vier onderzoeksmethoden aan elkaar in één onderzoeksproces en nodigden professionals en stadsbewoners uit om mee te doen. Wie meedeed aan het onderzoek kreeg bij binnenkomst eerst een VR-bril op en een hoofdband om de hersengolven te meten (Muse Headband). In de VR-omgeving kregen deelnemers 7 lichtscenario's te zien in twee verschillende straten. Terwijl deelnemers rondkeken werd de neurofeedback-data verzameld. Na de VR vulden deelnemers een vragenlijst in waarop ze dezelfde lichtscenario's nog een keer beoordeelden op de mate waarin ze ontspanning, alertheid of angst opriepen. In een psychologisch interview werden de beoordelingen van deelnemers besproken en geduid. Er was aandacht voor invloeden en aannames vanuit persoonlijke, maatschappelijke en culturele context.

Met dit onderzoeksproces maakten alle deelnemers exact dezelfde beleving door. De testresultaten konden daardoor beter vergeleken en geïnterpreteerd worden. De lichtontwerper speelt in dit proces een belangrijke rol. Aan de voorkant bij het vaststellen van de te onderzoeken lichtscenario's en aan de achterkant door de onderzoeksuitkomsten te vertalen naar definitieve lichtscenario's.

De straat aanlichten in vijf zones

Van het onderzoek in de Eindhovense binnenstad kunnen we een aantal dingen leren over licht ontwerpen met bewoners en professionals. De belangrijkste conclusie was dat het aanlichten van delen van de straat heel belangrijk is. De lichtscenario's waarbij de gevels werden aangelicht werden als het meest ontspannend ervaren. Wanneer de gevelverlichting uitstond werden deelnemers daar consequent alert en angstig van. Maar ook de zones voor de gevels en de wandel- en fietspaden vroegen om eigen aanlichting.



<----- Scenario's Rechttestraat

Op basis van de resultaten kon de straat opgedeeld worden in vijf zones (gevel, stoep, straat, stoep en gevel). Het aanlichten van de gevel bleek essentieel voor een prettige beleving op straat. Deelnemers aan het onderzoek voelden zich er veiliger door, omdat er minder of geen donkere plekken ontstaan op straat en doordat zij gezichten beter kunnen waarnemen. Dat was verrassend omdat openbare verlichting zich in de meeste gevallen juist niet richt op de gevel. Vaak kozen deelnemers voor lichtscenario's met warmer licht, omdat ze dit meer sfeer vonden geven.

Verschil in beleving tussen vrouwen en mannen

Voor vrouwen is de openbare ruimte in het donker vaak onprettiger. Om met de woorden van Elske Schreuder te spreken: 'zodra het donker wordt gaan de vrouwen achter slot en grendel'. Ook in het Eindhovense onderzoek zagen we een verschil tussen de beleving van vrouwen en mannen. Beide vinden de scenario's waarin de gevelverlichting uitstaat het minst prettig, maar vrouwen vinden dat onprettiger dan mannen. De voornaamste reden is dat zij door in het donker anderen minder goed kunnen zien en hun gezichten minder makkelijk kunnen lezen. We kunnen daaruit afleiden dat vrouwen in het donker het gevoel hebben veel alerter te moeten zijn en dat situaties met slechte verlichting (lees: donkere plekken) eerder angst ervaren. Voor de mannen in het onderzoek gold dat alleen de aanwezigheid van anderen al voldoende was om ontspannenheid te ervaren.

We testten ook een scenario met rood licht, als het nieuwe natuur-inclusieve licht. Met name vrouwen voelden zich daar aanzienlijk minder ontspannen bij dan mannen. In de gesprekken vertelden vrouwen onprettige associaties te hebben bij rood licht (associatie met een rosse, vrouwonvriendelijke buurt) wat hen alerter maakte. De onderzoeksuitkomsten laten zien dat er verschillen tussen vrouwen en mannen zijn. Een aantrekkelijke



<----- Scenario's Stratumseind

openbare ruimte bij nacht waar vrouwen zich op hun gemak voelen vraagt om goed en gevarieerd licht. De huidige openbare verlichting schiet daarin vrijwel altijd tekort.

Bewoners ervaren licht anders dan professionals

Stellen dat een professional licht anders ervaart dan een bewoners, is een vreemde opmerking. Een professional is immers ook een bewoner als hij thuis is. En toch leidde dit onderzoek tot die (voorzichtige) conclusie. De professionals die betrokken waren bij de Eindhovense binnenstad beleefden de lichtscenario's in het onderzoek anders dan deelnemers die als bewoner meededen.

Professionals maakten andere afwegingen dan niet-betrokkenen. Wat opviel was dat professionals eerder alertheid ervoeren dan bewoners. Er leek zich een proces van cognitieve dissonantie af te spelen, waarbij professionals hun beleving rationaliseerden en meer letten op de potentiële 'gevaren' bij de lichtscenario's. Professionele betrokkenheid bij een gebied speelt een rol bij de beoordeling van de lichtscenario's. We trekken hier een voorzichtige conclusie omdat de groep professionals in dit onderzoek klein was. Verder onderzoek is nodig om meer inzicht te krijgen in de verschillen en de betekenis ervan op het ontwerp van openbare verlichting.

Context is daarbij belangrijk. Voor politie en brandweer is het noodzakelijk om veel licht te hebben om de situatie in te kunnen schatten. Terwijl dit type licht voor bewoners (of bezoekers van een plek) hoogst onaangenaam is. Onderzoek naar lichtscenario's vraagt om locatie-specifieke elementen omdat deze nu eenmaal interacteren met de beleving. De breedte van een straat, een markant punt, gebeurtenissen en de kleur van straat en gebouwen beïnvloeden de waarneming, associatie en daarmee gedrag.



<----- opstelling tijdens testdagen

De participatieve waarde van mixed-method onderzoek bij lichtontwerp

De combinatie van VR, neurofeedback, enquête-onderzoek en psychologische interviews levert een brede hoeveelheid data op. Data die gebruikt kan worden om de beleving van openbare verlichting echt te begrijpen én de lichtontwerper de informatie te geven om passende lichtscenario's te ontwikkelen. Het blijkt dat beleving van licht grotendeels onbewust plaatsvindt. We kunnen daarom, voorzichtig, concluderen dat mensen bevragen (bv via enquêtes) naar hun beoordeling van licht in de openbare ruimte op zichzelf niet voldoende betrouwbaar is om tot een goed ontwerp van openbare verlichting te komen.

De gevolgde onderzoeks aanpak heeft bovendien een positief neveneffect: mensen vinden het waardevol om op deze manier betrokken te worden bij de ontwikkeling van hun stad, hun straten. Deze aanpak kan ingezet worden bij de ontwikkeling en verbetering van de openbare ruimte, waarbij burgers kunnen meedoen en meebeslissen (bewust en onbewust). We zetten nu bovendien de volgende stap, waarin mensen in een VR-omgeving zelf hun toekomstige leefomgeving kunnen ontwerpen.

Alert/Beta		26	Mannen 9	Vrouwen 6			
		27	15	12	Resultaten Interview Alert Algemeen	Resultaten Interview Alert Mannen	Resultaten Interview Alert Vrouwen
Rechts voor	User	Gemiddeld	Gemiddeld	Gemiddeld			
	1. Smalle lichtbundel	3,44	2,87	4,17	3,15	3,07	3,23
	2. Brede lichtbundel	4,11	3,33	5,08	3,22	3,29	3,15
	3. Warm licht	4,56	3,67	5,67	2,81	2,71	2,92
	4. Koud licht	3,74	4,13	3,25	2,78	3,21	2,31
	5. Gevel aan	3,59	3,93	3,17	2,56	2,79	2,31
	6. Gevel uit	3,33	3,40	3,25	3,22	3,07	3,38
Links voor	7. Rood	3,53	3,56	3,50	2,8	2,89	2,67
	1. Smalle lichtbundel	3,96	3,73	4,25	2,59	2,36	2,85
	2. Brede lichtbundel	3,26	2,73	3,92	2,52	2,43	2,62
	3. Warm licht	3,52	3,40	3,67	2,74	2,79	2,69
	4. Koud licht	3,85	3,47	4,33	2,56	2,79	2,31
	5. Gevel aan	3,52	3,38	3,92	2,78	2,86	2,69
	6. Gevel uit	3,81	3,87	3,75	3,15	3,5	2,77
	7. Rood	4,2	5,00	3,00	3,33	3,22	3,5

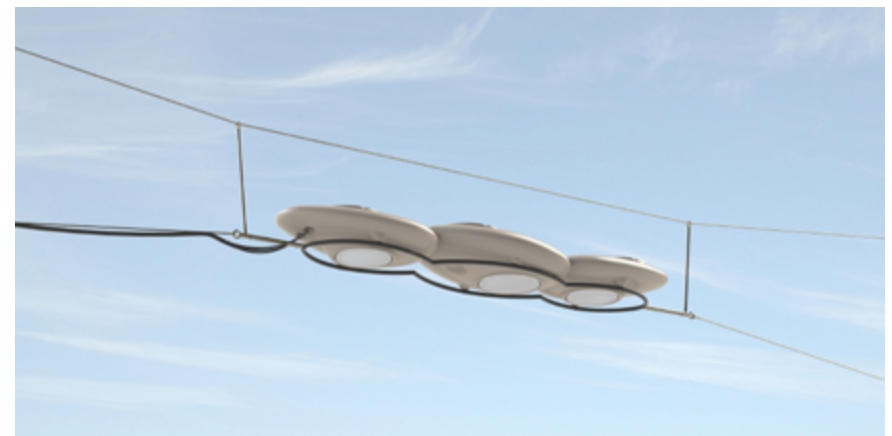
Neurofeedback

Meest Alert
Minst Alert

Interview

Meest Alert
Minst Alert

Bekijk [HIER](#) een video over dit project.



Hoe werkt het in de praktijk?

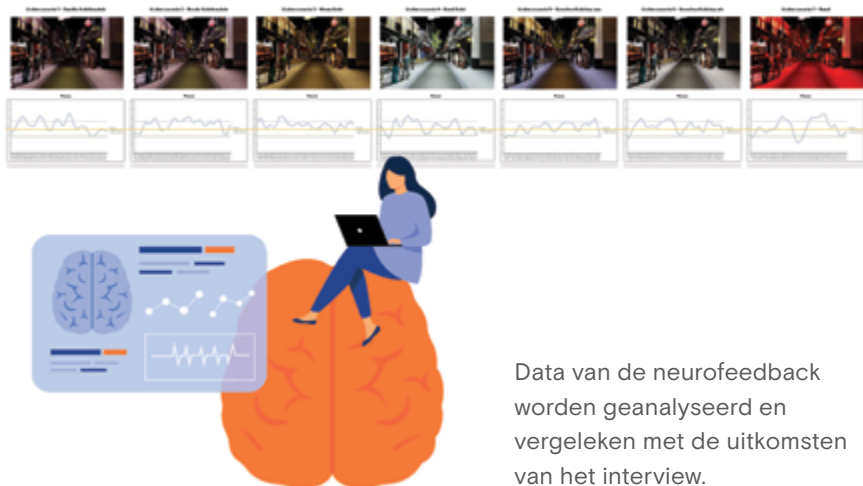
Stap 1



Stap 2



Stap 3



Stap 4





Ervaringen na het Lichtproject

Op basis van onze ervaringen trekken wij de volgende conclusies:

- » Het is de moeite waard om de onbewuste reacties van verschillende groepen mensen (bij dit onderzoek keken we naar gender en beroep), op ruimtelijke ingrepen te meten aangezien er duidelijk verschil is in de beleving.
- » Juist aspecten die onbewust beleefd worden zoals verlichting, maar ook groen, kunnen ons inziens beter gemeten worden via deze methode dan alleen via interviews. Ons onderzoek wees uit dat de antwoorden bij de interviews soms afweken van de gemeten neurofeedback. Wij doen geen uitspraken of dat dit komt doordat mensen bijvoorbeeld sociaal wenselijke antwoorden geven of dat ze niet zo bewust zijn van hun eigen gevoelens. Alleen de echte reactie is natuurlijk interessant voor ruimtelijke ontwerpers.
- » Het is de moeite waard om andere verschillen mee te nemen in toekomstige onderzoeken. Zo zouden verschillende culturele achtergrond of verschil in leeftijd een interessante parameter kunnen zijn afhankelijk van de opgave.
- » Mensen vinden het heel interessant om op deze manier betrokken te zijn bij ruimtelijke beslissingen van hun eigen leefomgeving. Wij verwachten daarom geen problemen met het vinden van proefpersonen bij volgende projecten.

De toekomst

De bewuste en onbewuste reacties van mensen op een ruimtelijke ontwerp of omgeving meten met neurofeedback kan in de nabije toekomst volgens ons een belangrijke tool worden voor ruimtelijk ontwerpers. Het is vooral interessant omdat dit kan leiden tot een breed inzicht in hoe verschillende groepen mensen de ruimtelijke omgeving beleven. De stad van de toekomst is ons inziens **inclusief**. Iedereen voelt zich veilig, prettig en betrokken.

‘Smart cities’ zouden niet alleen moeten draaien om de logistiek, het zou vooral ook moeten draaien om het geluk van de stadsbewoners. Met de door ons voorgestelde technologie kun je hier heel direct op sturen.

Om de methode zoals we die nu toepassen verder te ontwikkelen tot een handige, tool die makkelijk toepasbaar is voor andere ruimtelijke ontwerpers dienen er nog meer projecten gedaan te worden met liefst een brede groep testpersonen. Dit maakt het mogelijk om de algoritmen scherp te stellen waardoor de methode kan uitgroeien tot een volwassen tool.

Voor deze ontwikkeling zoeken wij partners met projecten waarbij inclusiviteit een belangrijk aspect is.



MaMa Producties BV



Het LUXLAB



Thuismakerscollectief



KaiserVR



KRACHTGROEN

Olifantenpad CS bestaat uit:

Frederike Manders – VR en Neurofeedback, MaMa Producties BV

Een heel persoonlijk prijswinnend project leidde uiteindelijk tot een bedrijf met een specialisatie in Virtual Reality en Neurofeedback. De combinatie van creativiteit en technologie leidt tot verrassende concepten met het maken van impact als gezamenlijke drijfveer.

[linkedin.com/in/frederikemanders](https://www.linkedin.com/in/frederikemanders)

Ellen de Vries – Lichtontwerper, HET LUXLAB

Ze begon als lichtontwerper voor theater- en videoproducties, maar maakt na enige tijd van experimenteren de overstap naar Philips Lighting. Hieruit ontwikkelde ze een persoonlijke benadering, waarbij licht wordt gebruikt als ontwerpmiddel om ruimtes te vormen en hierdoor te veraangename voor mensen. In 2004 heeft Ellen HET LUXLAB opgericht waar deze benadering van licht centraal staat.

[linkedin.com/in/ellenpmcdevries](https://www.linkedin.com/in/ellenpmcdevries)

Sander van der Ham – Stadspycholoog, Thuismakerscollectief

Sander werkt als stadspycholoog. In zijn werk draait het om de vraag hoe de publieke ruimte bij kan dragen aan een prettiger, socialer, gezonder en gelukkiger leven. Door onbewuste processen zichtbaar te maken ontstaat inzicht in de (persoonlijke) beleving en het gebruik van de dagelijkse leefomgeving. Hij werkt veel in buurten waar hij onderzoek combineert met participatieve processen.

[linkedin.com/in/sandervanderham](https://www.linkedin.com/in/sandervanderham)

Stijn Kaiser – VR en Architectuur, KaiserVR

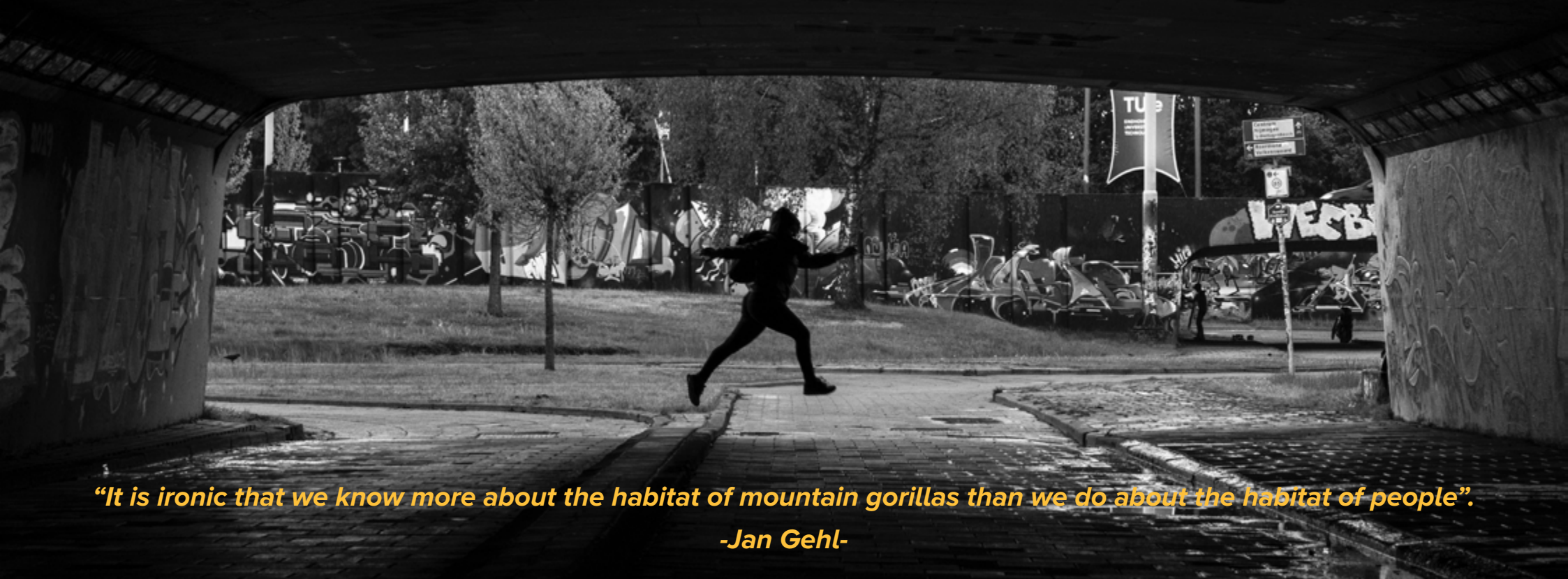
Tijdens zijn Architectuur afstudeerproject aan de TU Eindhoven heeft Stijn een VR-tool ontwikkeld om mensen ontwerpbeslissingen te laten maken tijdens een ruimtelijke beleving. Dit principe heeft hij doorgezet in een eigen bedrijf wat zich richt op het maken van interactieve visualisaties voor architectuur, stedenbouw en de maakindustrie.

[linkedin.com/in/stijn-kaiser-54679386](https://www.linkedin.com/in/stijn-kaiser-54679386)

Gudule Martens – Architect / Stedenbouwkundige, KRACHTGROEN

Na een geslaagd onderzoeksproject in het kader van Nederland wordt Anders naar de waarde van groen in de stad was zij medeoprichter van KRACHTGROEN. Sindsdien heeft zij vele projecten en onderzoeken gedaan waarbij met stadsbewoners groene initiatieven ontwikkeld worden, initiatieven verbonden worden en de stad verder verrijkt wordt met groen.

[linkedin.com/in/gudule-martens](https://www.linkedin.com/in/gudule-martens)



"It is ironic that we know more about the habitat of mountain gorillas than we do about the habitat of people".

-Jan Gehl-

Olifantenpad CS

olifantenpad.com

contactpersoon:

Ir. G.J.M.H. Martens

gudule@vr-mamaproducties.com

+316-46042408

