



rijksuniversiteit
groningen

Oversteken met Homonieme Hemianopsie:
Het Verschil tussen VR en *Real-life* Kijkgedrag

**Road-Crossing with Homonymous Hemianopia:
The Difference between VR and Real-life Visual
Scanning Behavior**

Masterthese Klinische Neuropsychologie

R.M.S. van der Aa

[S3761584]

Juni 2022

Afdeling Klinische Neuropsychologie

Rijksuniversiteit Groningen

Supervisor: E.M.J.L. Postuma

Tweede beoordelaar: J.H.C. Heutink

Abstract

Introduction In the rehabilitation of persons with homonymous hemianopia, Virtual Reality (VR) could be an addition because of its multiple advantages: it is adaptive, safe and efficient. The present article has examined if the visual scanning behavior when road-crossing in VR and real-life is comparable. It was expected that visual scanning behavior would not be comparable, because of the restricted field of view of VR-glasses as opposed to the field of view people have in real-life. *Method* 4 people with and 4 people without homonymous hemianopia participated in this study. All participants crossed a 50 km/h street in a real-life setting and a VR environment. The VR environment had two additional options: constant and ascending distance between cars. Visual scanning behavior was measured by amount and percentage of fixations and head movements. A dependent t-test has been performed on the data. *Results* The results show that visual scanning behavior in VR is in fact comparable to that in real-life. Participants however, made fewer fixations and head movements when the distance between cars was ascending rather than constant. *Conclusion* This article argues that VR can be used as an addition to the existing rehabilitation used for people with HH. The differences found in distance between cars can be used to make the rehabilitation adaptive. Careful consideration of slowed down processing speed due to ABI and overcompensation for the affected hemifield in VR must be taken when implementing the training by the occupational therapist.

Keywords: Homonymous Hemianopia, Quadrantanopia, Virtual Reality, Road-Crossing, Visual Scanning Behavior, Rehabilitation.

Abstract

Introductie Voor de revalidatie van mensen met homonieme hemianopsie heeft VR meerdere voordelen: het is adaptief, veilig en efficiënt. Het huidige onderzoek heeft onderzocht of kijkgedrag bij het oversteken vergelijkbaar is in VR en *real-life*. De verwachting in dit onderzoek was echter dat kijkgedrag niet vergelijkbaar zou zijn. Dit werd verwacht vanwege het beperkte gezichtsveld van een VR bril, ten opzichte van het gezichtsveld in *real-life*.

Methode Aan dit onderzoek deden 4 mensen met en 4 mensen zonder homonieme hemianopsie mee. Alle participanten staken een 50 km/h weg over in *real-life* en in een VR omgeving. De VR omgeving had twee aanvullende opties: constante of oplopende afstanden tussen de auto's. Kijkgedrag werd gemeten door zowel het aantal als percentage fixaties en hoofdbewegingen. Een gepaarde t-test is uitgevoerd op de data. *Resultaten* Uit de resultaten blijkt dat kijkgedrag in VR vergelijkbaar is met kijkgedrag in *real-life*. Participanten maakten echter wel minder hoofdbewegingen en fixaties wanneer er in de VR-conditie oplopende in plaats van constante afstanden zaten tussen de auto's. *Conclusie* Dit onderzoek beargumenteert dat VR gebruikt zou kunnen worden als aanvulling op de bestaande revalidatievormen voor mensen met HH. De gevonden verschillen in afstanden kunnen gebruikt worden om de training adaptief te maken. Daarnaast is het belangrijk om aangetaste *processing speed* door het niet-aangeboren hersenletsel (NAH) en overcompensatie van het defecte gezichtsveld in VR in acht te nemen tijdens het geven van de training door de ergotherapeut.

Trefwoorden: Homonieme Hemianopsie, Kwadrantanopsie, Virtual Reality, Oversteken, Kijkgedrag, Revalidatie.

Oversteken met Hemianopsie

Introductie

Homonieme hemianopsie (HH) is gezichtsvelduitval veroorzaakt door een hersenaandoening, waarbij mensen geen zicht hebben in het linker of rechter gezichtsveld (Zihl & Kennard, 2010). Dit is het resultaat van unilaterale schade aan de oogzenuw na het optisch chiasma. HH kan veel verschillende activiteiten in het dagelijks leven belemmeren, door onder andere een minder goede waarneming van de omgeving (De Haan et al., 2015a). Mensen met HH ervaren door hun visuele defect negatieve gedachten en gevoelens, zoals onzekerheid in het verkeer. Ook rapporteerden mensen met HH meerdere mobiliteitsgerelateerde problemen zoals het moeite hebben met het ontwijken van obstakels of mensen tijdens het lopen. Deze problemen komen onder andere tot uiting bij de activiteit oversteken. Mensen met homonieme gezichtsvelddefecten zouden gemiddeld meer botsingen hebben tijdens het rijdend oversteken van een weg dan gezonde participanten in een virtuele omgeving (Papageorgiou et al., 2012a).

Veilige deelname aan het verkeer en daarmee het voorkomen van botsingen voor mensen met HH hangt af van het gebruik van efficiënte compenserende kijkstrategieën (Papageorgiou et al., 2012b; Hardiess et al., 2013). Efficiënte kijkstrategieën bestaan uit het toepassen van voldoende hoofd- en oogbewegingen, waarbij het van belang is om een intact werkgeheugen te hebben (Hardiess et al., 2013).

Er lijkt een verschil te zijn in deze hoofd- en oogbewegingen bij mensen met en mensen zonder HH (Zihl, 1995). Mensen zonder HH keken in één keer richting het linker gezichtsveld en daarna richting het rechter gezichtsveld en vice versa. Zij maakten minder hoofd- en oogbewegingen en deden dit in korte tijd. Mensen met HH hadden meer hoofd- en oogbewegingen nodig om van het linker richting het rechter gezichtsveld te kijken en vice versa. Ze maakten daardoor meer en grotere hoofd- en oogbewegingen richting zowel het aangedane als niet aangedane gezichtsveld. Mensen met een linker HH beginnen meestal met

kijken richting hun niet aangedane rechter gezichtsveld en kijken vanuit daar richting het aangedane linker gezichtsveld.

Inzicht in Hemianopsie kijktraining (IH-training) is een training bedoeld om mensen met HH een meer efficiënte kijkstrategie aan te leren, door middel van het automatisch systematisch scannen van de omgeving (De Haan et al., 2015b). De training gebruikt hiervoor oefeningen van horizontaal scannen. Deze scanningsstrategie begint met een grote saccade richting het blinde gezichtsveld, vervolgens een grote saccade richting het intacte gezichtsveld, om te eindigen met recht vooruit te kijken. Deze saccades worden gedaan zonder het hoofd te bewegen. Later wordt er ook geoefend met het maken van hoofdbewegingen om het gezichtsveld te vergroten. De mensen met HH wordt geleerd dit scanningspatroon aan te passen aan onder andere de omgeving en de bewegingssnelheid, om dit uiteindelijk automatisch te kunnen doen. Het idee achter de training is het krijgen van een zo volledig mogelijk overzicht van de omgeving, zodat onder andere vroege detectie van een obstakel tijdens mobiliteit mogelijk is.

De IH-training heeft als gevolg dat er na de training onder andere verbeteringen optraden in het detecteren van perifere stimuli en het kunnen vermijden van obstakels in de gang tijdens het lopen (De Haan et al., 2015b). Mensen met HH konden hun visuele aandacht beter verdelen over de omgeving aan zowel de kant van het aangedane als niet-aangedane gezichtsveld en kunnen daarbij ook nog steeds de omgeving vóór hen waarnemen. Het compenserende kijkgedrag werd door de training geautomatiseerd. Dit bleek uit het feit dat er door het benutten van de aandachtscapaciteit met een cognitieve taak mensen minder obstakels aanraakten dan voor de training. Dit ging niet ten koste van de kwaliteit van de cognitieve taak of het looptempo. De positieve uitkomsten die IH-training laat zien, maakt dat het gebruikt wordt in de revalidatie van mensen met homonieme hemianopsie.

Op dit moment wordt er op het vlak van HH-revalidatie vooral *real-life* IH-training aangeboden. *Real-life* training houdt in dat er zowel binnen als buiten in de werkelijke wereld getraind wordt. Virtual Reality (VR) kan een aanvulling zijn op *real-life* IH-training. VR-training is in tegenstelling tot IH-training in een virtuele wereld. In deze virtuele wereld kan er getraind worden in een veilige en gecontroleerde omgeving, voordat men klaar is om in *real-life* over te steken (Rizzo & Kim, 2005). Daarnaast kan de moeilijkheidsgraad aangepast worden op het niveau van de gebruiker. VR-training is door de benodigde apparatuur echter wel duurder dan de *real-life* IH-training en het is ook niet bekend of er in VR hetzelfde kijkgedrag wordt vertoond als in *real-life*.

Een belangrijke factor die meespeelt bij kijkgedrag is het *Field of View* (FoV) (Alfano & Michel, 1990). FoV is datgene wat je kunt zien wanneer je oogbewegingen maakt. Het FoV bij de meeste VR-brillen is echter vaak kleiner dan het gezichtsveld van mensen in *real-life*, in VR varieert dit van 90 tot 110 graden. Daarentegen is in werkelijkheid het FoV van mensen ongeveer tussen 180 en 200 graden. Als het FoV wordt beperkt, leidt dat tot visuele en perceptuele problemen. Er worden meer fouten gemaakt, langer gedaan over beslissingen en meer mispercepties van de omgeving gedaan. Ook leidt het beperken van het FoV tot het verminderen van de snelheid en de accuraatheid waarmee mensen zich door een omgeving met obstakels bewegen (Toet et al., 2007). Daartegenover staat dat een groter FoV leidt tot betere target detectie bij het scannen van de omgeving in VR (Ragan et al., 2015). Dit kan eventueel problemen veroorzaken bij het kijkgedrag in VR. Het effect van een beperkt FoV op kijkgedrag kan zijn dat mensen meer moeten compenseren door middel van meer hoofdbewegingen dan in *real-life*, omdat zij met alleen oogbewegingen beperkt zijn in het kunnen zien van de omgeving.

Zonder beperking van het FoV lijkt kijkgedrag voor rijgedrag vergelijkbaar te zijn tussen VR en *real-life* (Ungewiss et al., 2018). Het wel of niet slagen voor een rijtest in een

virtuele omgeving (*driving simulator*) lijkt vergelijkbaar met het wel of niet slagen in real-life voor mensen met homonieme gezichtsvelddefecten. Deze beslissing werd onder andere gemaakt door het kijkgedrag van de mensen te beoordelen. Voorbeelden hiervan zijn het scannen van andere voertuigen tijdens starten, draaien en achteruitrijden, het niet goed positie kunnen houden op de weg, het niet voorrang geven aan verkeer van rechts of het niet zien van een rood stoplicht of politiesirene. Echter, omdat er geen beperking was van het FoV resteert de vraag of kijkgedrag in real-life vergelijkbaar is met kijkgedrag in VR met een VR-bril op.

Een factor die eventueel invloed kan hebben op het oversteken in VR is dat mensen in VR de afstand tussen henzelf en de auto anders inschatten (Feldstein & Dyszak, 2020). In *real-life* kijken mensen bij het oversteken naar de tijd tussen henzelf en de auto, men neemt dan de snelheid van de auto in acht en beslist daarna of het veilig is om over te steken. In een VR-omgeving lijkt men moeite te ervaren met het waarnemen van de snelheid van de auto. Men gaat daardoor vertrouwen op heuristische zoals de afstand van de auto tot henzelf. Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat men in VR moeilijker snelheid in kan schatten door de kwaliteit van het beeld in VR ten opzichte van *real-life* (Feldstein & Dyszak, 2020). Als snelheid van auto's verschilt zou het kunnen zijn dat mensen meer hoofd- en oogbewegingen toepassen omdat zij tijdens het oversteken merken dat de afstand van henzelf tot de auto meer oploopt dan verwacht. Zij zouden dan vaker richting links en rechts kunnen kijken om te checken of de situatie nog steeds in lijn is met hun verwachtingen. Als de snelheid van de auto's constant is zou het kunnen dat er geen verschil is in kijkgedrag bij oplopende afstanden en constante afstanden tussen auto's. De deelnemer hoeft alleen te focussen op de actuele afstand tussen henzelf en de auto en niet op de snelheid van de auto's.

Het huidige onderzoek heeft als doel om te ontdekken of kijkgedrag in Virtual Reality vergelijkbaar is met kijkgedrag in *real-life*. Er zal worden gekeken naar hoofd- en oogbewegingen bij het oversteken als wandelende verkeersdeelnemer, door middel van *eye-*

tracking. Naar aanleiding van de besproken literatuur is de verwachting dat het effect van een beperkt FoV op kijkgedrag is dat mensen meer moeten compenseren door middel van meer hoofdbewegingen dan in *real-life*, omdat zij met alleen oogbewegingen beperkt zijn in het kunnen zien van de omgeving (Alfano & Michel, 1990; Ragan et al., 2015; Toet et al., 2007). Als deze verwachting klopt, zou dat kunnen betekenen dat de grote oogsprongen die getraind zijn met de IH-training niet toegepast kunnen worden bij het oversteken in VR omdat de FoV beperkt wordt. Het oversteken in VR zou kunnen zorgen voor het moeten gebruiken van hoofdbewegingen om te compenseren voor het beperkte FoV. Hierdoor wordt een andere compenserende kijkstrategie getraind, die waarschijnlijk niet optimaal is voor kijkgedrag in *real-life*. Dit zou kunnen betekenen dat mensen met HH na VR-training in het dagelijkse leven geen verbeteringen merken.

Daarnaast zal er gekeken worden naar de vergelijking tussen kijkgedrag bij constante en oplopende afstanden tussen auto's in de VR omgeving. De verwachting is dat het aantal hoofdbewegingen en fixaties vergelijkbaar is tussen oplopende en constante afstanden tussen auto's, omdat wisselende snelheid van auto's geen rol speelt. Voor de revalidatie van mensen met HH kan dit betekenen dat er geen rekening gehouden hoeft te worden met het feit dat snelheid van auto's in VR moeilijk waar te nemen is.

Ten slotte zal het verschil in kijkgedrag tussen mensen met HH en mensen zonder HH onderzocht worden. Verwacht wordt dat mensen met linker HH meer fixaties en hoofdbewegingen richting rechts maken dan mensen zonder HH. Als er een verschil zit tussen mensen met HH en zonder HH kan dit betekenen dat mensen met HH niet alleen meer hoofd- en oogbewegingen maken, maar deze ook meer maken richting het aangedane gezichtsveld. In de revalidatie kan deze kennis gebruikt worden om bewustwording te creëren om het kijkgedrag gelijkmatiger te verdelen richting beide gezichtsvelden. Het huidige onderzoek zal deze verwachtingen toetsen.

Methode

Participanten

In de huidige studie deden 4 onderzoeksdeelnemers met homonieme hemianopsie en 4 onderzoeksdeelnemers zonder homonieme hemianopsie mee. Zie voor informatie over de onderzoeksdeelnemers Tabel 1. De gemiddelde leeftijd van de 8 participanten was 51.88 jaar. De groep bestond uit 3 mannen en 5 vrouwen. De participanten met HH zijn geworven via Koninklijke Visio, expertisecentrum voor slechtziende en blinde mensen. De goedziende participanten zijn geworven via advertenties op het internet. De goedziende participanten zijn aan de mensen met HH gematcht op basis van leeftijd. Participanten werden in de studie geïnccludeerd wanneer zij 18 jaar of ouder waren, *informed consent* gaven en een Mini-Mental State Examination (MMSE) score van 24 of hoger hadden. Daarnaast moesten alle participanten 50 meter onafhankelijk kunnen lopen; geen ernstige psychiatrische, visuele perceptie, of cognitieve aandoeningen hebben; geen problemen hebben met communicatie door gehoor of het niet begrijpen van gesproken taal. Er mocht geen misbruik van drugs/alcohol/medicatie gerapporteerd zijn. Ook mochten er geen problemen met balans of oriëntatie zijn; moesten zij een visus van 0.5 of hoger vertonen en geen oog-of hoofdbeweging stoornissen of andere visuele stoornissen, zoals neglect, hebben. De Klok Tekenen test werd gebruikt om neglect te testen. Bij een goede kloktekening werd aangenomen dat neglect onwaarschijnlijk was. Mensen met HH moesten minstens 3 maanden gediagnosticeerd zijn met homonieme hemianopsie of op zijn minst kwadrantanopsie zonder bijkomende gezichtsveld aandoeningen in het ipsilesionale gezichtsveld, met een duidelijke neurologische oorzaak. Dit onderzoek is goedgekeurd door de medisch ethische commissie Groningen (NL72491.042.20).

Tabel 1*Informatie gezichtsvelddefect HH-participanten*

Deelnemer	Geslacht	Leeftijd	Soort gezichtsvelddefect	Tijd sinds HH in maanden
1	Vrouw	65	Homonieme hemianopsie links	24
2	Vrouw	27	Kwadrantanopsie links	37
3	Man	64	Homonieme hemianopsie links	5
4	Man	66	Homonieme hemianopsie links	12
5	Man	72	Geen	-
6	Vrouw	47	Geen	-
7	Vrouw	50	Geen	-
8	Vrouw	24	Geen	-

Apparatuur

Er werd bij de Virtual Reality-conditie gebruik gemaakt van een HTC Vive Pro Eye VR-bril (HTC Vive Cooperation) met een sample frequentie van 45 Hz. In de VR-bril zat een eye-tracking apparaat verwerkt. De software voor het creëren van een virtuele oversteekomgeving is ontwikkeld in Unity.

Er werd daarnaast gebruik gemaakt van de Misery Scale om de mate van *motion sickness* te meten na het oversteken in VR voor de tweede en derde conditie (Wertheim et al., 2001; Bos et al., 2005).

Voor *de real-life* conditie werd gebruik gemaakt van een eye-tracking bril (Pupil Invisible, Pupil Labs, Berlin Germany) met een sample frequentie van 75 Hz. De eye-tracker was gekoppeld aan een smartphone om zo videobeelden op te slaan van de bewegingen van de ogen (Tonsen et al., 2020).

Oversteek-omgeving

Het onderzoek is uitgevoerd op twee plaatsen: Haren en Amsterdam. In de *real-life* conditie in Haren en Amsterdam bestond de omgeving waarin overgestoken moest worden uit een weg van 50km/h waarbij auto's van beide richtingen konden komen (Zie Bijlage A1a, A1b). In Haren was er sprake van een tweebaansweg en in Amsterdam van een vierbaansweg.

De VR-omgeving bestond uit een weg tussen huizen aan weerszijden (Zie Bijlage A1c, A1d). Deze weg had twee banen, waarbij op de ene baan de auto's van links kwamen, en op de andere baan de auto's van rechts.

Protocol/Procedure

Als eerste staken de onderzoeksdeelnemers over in *real-life*, waarbij ze de *eye-tracking* bril zullen dragen. De participanten staken 4 keer heen en weer over, beginnend nadat er een eerste auto voorbij was gereden.

Na deze taak staken de participanten over in Virtual Reality, met gebruik van de VR-bril en bijbehorende software. Ten eerste stak de participant in een lege straat eenmaal heen en weer over om bekend te worden met oversteken in Virtual Reality. Daarna kon de participant nog tweemaal oefenen door over te steken op een weg van 30 km/h waarbij er constante gaten van 11 seconden tussen de auto's zaten. Uiteindelijk stak de participant in vier scenario's tweemaal heen en weer over met verkeer. Zie Tabel 2 voor de details van de geteste scenario's. Na het tweede en derde scenario werd de *Misery Scale* afgenomen (Wertheim et al., 2001; Bos et al., 2005).

Tabel 2

Scenario's bij het oversteken in VR

Scenario	Snelheid auto's	Afstand tussen auto's
1	30 km/h	Constant, 8 seconden
2	50 km/h	Constant, 8 seconden
3	30 km/h	Oplopend, vanaf 3 seconden + 0.5 seconde per auto
4	50 km/h	Oplopend, vanaf 3 seconden + 0.5 seconde per auto

Analyse

Data-analyse

De data-analyse bestond uit het verwerken van de eye-tracker informatie. De verwerking voor zowel de VR conditie als de *real-life* conditie was in MATLAB. De *eye-tracker* data vanaf het begin van het kijken om over te steken tot de keuze om te gaan oversteken werd gebruikt voor het analyseren van kijkgedrag. De *eye-tracker* data werden gecorrigeerd voor de gemiddelde offset. Het classificeren van een fixatie en saccades werd uitgevoerd aan de hand van een algoritme (Benjamins et al., 2018). Voor de VR-conditie is er gebruik gemaakt van de data van kijkgedrag bij de volgende scenario's: constante en oplopende afstand tussen auto's op een 50 km/h weg.

Vervolgens werden de parameters van de visuele scanning berekend: het gemiddelde aantal fixaties per persoon per minuut, gemiddelde aantal hoofdbewegingen per persoon per minuut. Dit aantal fixaties en hoofdbewegingen zijn berekend voor het linker- als het rechter gezichtsveld zowel apart van elkaar als bij elkaar opgeteld. Deze laatste variabele is gedefinieerd als het totale aantal fixaties of hoofdbewegingen.

Hiernaast is het gemiddelde percentage fixaties per persoon per minuut en gemiddelde percentage hoofdbewegingen per persoon per minuut in zowel het linker- als het rechter gezichtsveld berekend.

Statistische analyse

De statistische analyse werd uitgevoerd via SPSS. Er is getoetst aan de hand van $\alpha = .05$. Voor de effectgrootte is Cohen's D (*D*) gebruikt. Zie hieronder Tabel 3 voor de gebruikte interpretatie van de effectgrootte.

Tabel 3.

Interpretatie Cohen's D effectgrootte

Cohen's D	-.19 - .19	(-) .20 - .49	(-) .50 - .79	(-) .80 – 1.29	$\geq 1.30 / \leq - 1.30$
Effectgrootte	Verwaarloosbaar	Klein	Middelgroot	Groot	Zeer groot

Om te kijken of er een verschil is tussen kijkgedrag in VR en in *real-life*, is een gepaarde T-test uitgevoerd met 10 kijkgedrag-variabelen berekend voor de condities *real-life* en VR. Deze 10 kijkgedrag variabelen zijn: het totale aantal hoofdbewegingen; hoofdbewegingen richting links; hoofdbewegingen richting rechts; totale aantal fixaties; fixaties richting het linker gezichtsveld; fixaties richting het rechter gezichtsveld; percentages fixaties richting het linker en rechter gezichtsveld en hoofdbewegingen richting links en rechts. Voor de VR-conditie is gekozen voor een 50 km/h weg om de vergelijking tussen kijkgedrag in VR en kijkgedrag in *real-life* zo accuraat mogelijk te kunnen maken (Zie Tabel 2). Dit is gedaan omdat er in de *real-life* conditie ook gebruik is gemaakt van een 50 km/h weg.

Vervolgens is er een gepaarde t-test uitgevoerd om te kijken of er een verschil zit in het kijkgedrag in VR bij oplopende en constante afstanden tussen auto's op een 50 km/h weg binnen dezelfde deelnemer. Dit is gedaan met 10 kijkgedrag variabelen in de condities *real-*

life en VR: het totale aantal hoofdbewegingen; hoofdbewegingen richting links; hoofdbewegingen richting rechts; totale aantal fixaties; fixaties richting het linker gezichtsveld; fixaties richting het rechter gezichtsveld; percentages fixaties richting het linker en rechter gezichtsveld en hoofdbewegingen richting links en rechts. De gepaarde t-test is ook uitgevoerd voor de percentages fixaties richting het linker en rechter gezichtsveld en hoofdbewegingen richting links en rechts.

Om te onderzoeken of er een verschil is in totale aantal hoofdbewegingen en fixaties van mensen met en mensen zonder HH is een non-parametrische Mann-Whitney U-toets gedaan. Er is gekozen voor de Mann-Whitney U-toets omdat de groepen die met elkaar vergeleken werden een te kleine N hadden. Dit is gedaan voor de 10 kijkgedrag variabelen in de condities *real-life* en VR: het totale aantal hoofdbewegingen; hoofdbewegingen richting links, hoofdbewegingen richting rechts; totale aantal fixaties; fixaties richting het linker gezichtsveld; fixaties richting het rechter gezichtsveld; percentages fixaties richting het linker en rechter gezichtsveld en hoofdbewegingen richting links en rechts.

Resultaten

Verschillen in kijkgedrag *real-life* en VR

Er lijkt in eerste instantie geen sprake te zijn van een verschil tussen *real-life* kijkgedrag en VR kijkgedrag op basis van aantal en percentage fixaties en hoofdbewegingen. Geen van de parameters voor aantallen fixaties en hoofdbewegingen in *real-life* en VR verschilden significant van elkaar, zoals te zien in Tabel 4. Als men kijkt naar Tabel 4 zijn deze niet-significante resultaten ook te begrijpen, de gemiddelden liggen erg dicht bij elkaar. (Zie ook Figuur 1A en 1B). De effectgroottes zijn verwaarloosbaar tot middelgroot en gaven dus geen indicatie voor verschillen. Ook voor de percentages fixaties en hoofdbewegingen is er geen significant verschil gevonden, zie hiervoor Tabel 5. Deze effectgroottes zijn klein tot middelgroot en geven ook geen indicatie voor verschillen. Zie ter illustratie van deze

resultaten Figuur 1C en 1D. Er lijkt op dit moment geen verschil te zijn in hoe mensen kijken in een VR-omgeving ten opzichte van een *real-life* omgeving.

Tabel 4.

Vergelijking Real-life en VR 50km/h Weg

Paren	$M \pm SD$	$t(df)$	p -waarde	D
1. Totale fixaties RL	62.70 ± 9.85	-.07(7)	.948	-.024
Totale fixaties VR50	62.99 ± 5.90			
2. Fixaties rechts RL	33.72 ± 5.13	.93(7)	.385	.327
Fixaties rechts VR50	30.77 ± 5.63			
3. Fixaties links RL	28.98 ± 5.69	-1.56(7)	.163	-.552
Fixaties links VR50	32.29 ± 5.72			
4. Totale hoofdbewegingen RL	28.70 ± 4.21	.29(7)	.779	.103
Totale hoofdbewegingen VR50	28.19 ± 5.25			
5. Hoofdbewegingen rechts RL	15.00 ± 1.87	1.73(7)	.127	.612
Hoofdbewegingen rechts VR50	13.70 ± 3.23			
6. Hoofdbewegingen links RL	13.69 ± 3.46	-.48(7)	.649	-.168
Hoofdbewegingen links VR50	14.49 ± 2.84			

* $p < .05$ ** $p < .001$ bij $\alpha = .05$, RL: real-life, D: Cohen's D, VR50: 50 km/h weg in virtual reality omgeving

Tabel 5*Vergelijking Real-life en VR 50km/h Weg in Percentages*

Paren	$M \pm SD$	$t(df)$	p -waarde	D
1. Fixaties rechts RL	53.89 ± 3.42	-1.87(7)	.104	-.661
Fixaties rechts VR50	48.74 ± 7.79			
2. Fixaties links RL	46.11 ± 3.42	1.87(7)	.104	.661
Fixaties links VR50	51.26 ± 7.79			
3. Hoofdbeweging rechts RL	52.74 ± 6.23	-1.23(7)	.258	-.436
Hoofdbeweging rechts VR50	48.41 ± 6.35			
4. Hoofdbeweging links RL	47.26 ± 6.23	1.23(7)	.258	.436
Hoofdbeweging links VR50	51.59 ± 6.35			

* $p < .05$ ** $p < .001$ bij $\alpha = .05$, D: Cohen's D, RL: *real-life*, VR50: 50 km/h weg in virtual reality omgeving

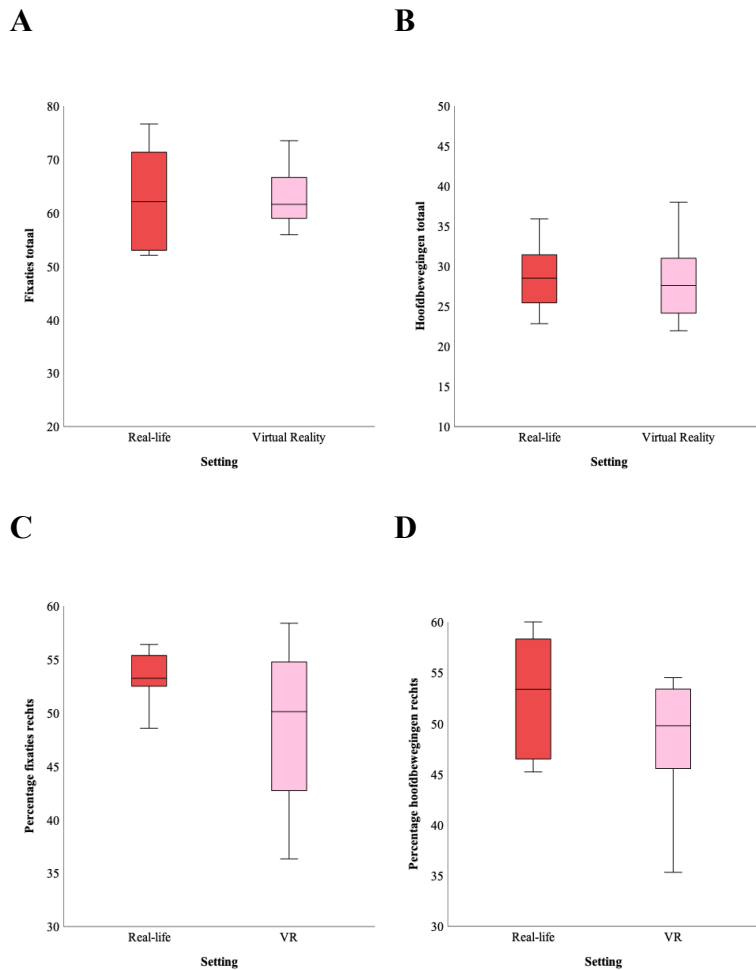


Fig. 1 De verschillen tussen het aantal en percentage fixaties en hoofdbewegingen in een *real-life* omgeving of in een VR-omgeving. Figuur A & B zijn de totale aantallen en Figuur C & D zijn de percentages van rechts.

Verschillen in kijkgedrag in VR bij oplopende of constante afstanden tussen auto's

Er lijken verschillen te zijn in kijkgedrag in VR tussen oplopende en constante afstanden tussen auto's. Zoals te zien in Tabel 6 zijn er significante verschillen gevonden tussen oplopende en constante afstanden tussen auto's in VR. Er is een significant verschil gevonden voor fixaties richting het rechter gezichtsveld waarbij de fixaties bij oplopende afstanden tussen auto's minder waren (Zie Figuur 2B). Dit effect is groot, gekeken naar de Cohen's D. Er is geen significant verschil gevonden bij fixaties richting het linker gezichtsveld, maar dit zit wel erg dicht bij de *cutoff* van $\alpha = .05$. De effectgrootte hiervan is middelgroot, maar ligt dicht bij een interpretatie van een grote effectgrootte. Zie ook Figuur

2A ter illustratie van het verschil. Het zou kunnen zijn dat wanneer er een grotere N gebruikt wordt, er wél een significant verschil gevonden wordt. Het niet-significante verschil bij totale aantal fixaties had een kleine effectgrootte en geeft daardoor geen indicatie voor een verschil.

Bij de totale aantal hoofdbewegingen en de hoofdbewegingen richting zowel links als rechts zijn er ook significante verschillen gevonden (Zie Figuur 2C, D & E). Ook hier pasten de participanten minder hoofdbewegingen toe bij oplopende afstanden dan bij constante afstanden tussen auto's. De significante verschillen bij de hoofdbewegingen hebben een zeer grote effectgrootte. Zoals te zien in Tabel 7 voor de percentages fixaties en hoofdbewegingen zijn alleen significante resultaten gevonden voor fixaties richting het linker en rechter gezichtsveld (Zie ook Figuur 3A & 3B). De effectgrootte hiervan is groot. Daarentegen waren de verschillen tussen de hoofdbewegingen richting links en rechts bij constante en oplopende afstanden tussen auto's niet significant en hadden een verwaarloosbare effectgrootte. Deze resultaten gaven dus geen indicatie voor een verschil. Bij oplopende afstanden tussen auto's werd er een lager percentage fixaties gemaakt richting het rechter gezichtsveld dan bij constante afstanden tussen auto's. Logischerwijs is dit effect precies omgekeerd bij fixaties richting het linker gezichtsveld, waarbij er bij oplopende afstanden een hoger percentage aan fixaties in het linker gezichtsveld voorkwam dan bij constante afstanden tussen auto's (Zie Tabel 7).

De deelnemers keken dus vaker in totaal, richting rechts én richting links door hun hoofd te draaien wanneer er een constante afstand tussen de auto's bestond. Daarnaast richtten zij ook vaker hun ogen op rechts bij een constante afstand tussen de auto's. De distributie van het kijkgedrag verschilt ook, bij een constante afstand tussen auto's werd het grootste deel van de fixaties richting rechts gedaan. Bij een oplopende afstand tussen auto's werd het grootste deel van de fixaties richting links gedaan.

Tabel 6*Vergelijking VR 50 km/h Weg Oplopende en Constante Afstanden Tussen Auto's*

	Paren	$M \pm SD$	$t(df)$	p -waarde	D
1.	Totale fixaties oplopend	62.25 ± 8.39	-3.70(7)	.724	-.130
	Totale fixaties constant	63.44 ± 6.58			
2.	Fixaties rechts oplopend	27.04 ± 6.39	-2.38(7)	.049*	-.841
	Fixaties rechts constant	34.33 ± 7.77			
3.	Fixaties links oplopend	35.21 ± 8.66	2.24(7)	.060	.793
	Fixaties links constant	29.11 ± 4.07			
4.	Totale hoofdbeweging oplopend	23.36 ± 4.79	-14.55(7)	<.001**	-5.144
	Totale hoofdbeweging constant	33.16 ± 5.75			
5.	Hoofdbeweging rechts oplopend	11.50 ± 2.45	-5.08(7)	.001*	-1.795
	Hoofdbeweging rechts constant	16.01 ± 4.26			
6.	Hoofdbeweging links oplopend	11.87 ± 2.86	-5.56(7)	<.001**	-1.967
	Hoofdbeweging links constant	17.14 ± 3.36			

* $p < .05$ ** $p < .001$ bij $\alpha = .05$, D : Cohen's D , RL: *real-life*, VR50: 50 km/h weg in virtual reality omgeving

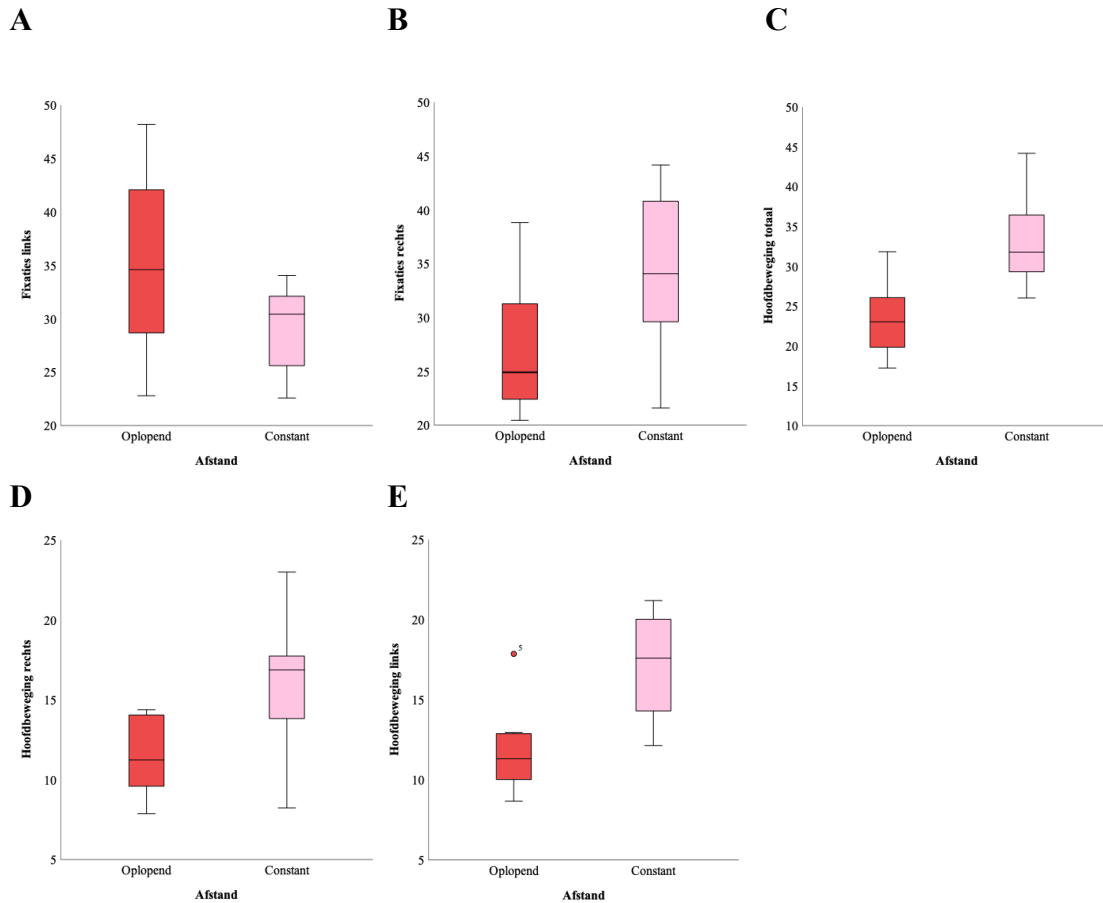


Fig. 2 De verschillen tussen het aantal fixaties en hoofdbewegingen bij constante en oplopende afstanden.

Tabel 7

Vergelijking VR 50 km/h Weg Oplopende en Constante Afstanden Tussen Auto's in %

Paren	$M \pm SD$	$t(df)$	p -waarde	D
1. Fixaties rechts oplopend	43.75 ± 9.68	2.69(7)	.031*	.951
Fixaties rechts constant	53.64 ± 8.34			
2. Fixaties links oplopend	56.24 ± 9.68	-2.69(7)	.031*	-.951
Fixaties links constant	46.36 ± 8.34			
3. Hoofdbeweging rechts oplopend	49.27 ± 4.53	-.464(7)	.656	-.164
Hoofdbeweging rechts constant	48.01 ± 8.69			
4. Hoofdbeweging links oplopend	50.73 ± 4.53	.464(7)	.656	.164
Hoofdbeweging links constant	51.99 ± 8.69			

* $p < .05$ ** $p < .001$ bij $\alpha = .05$, D: Cohen's D, RL: *real-life*, VR50: 50 km/h weg in virtual reality omgeving

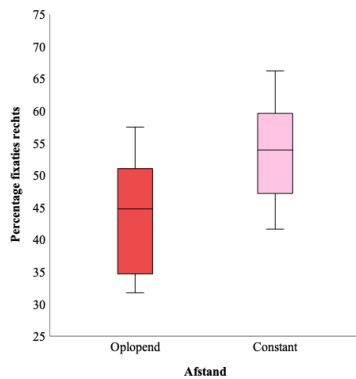
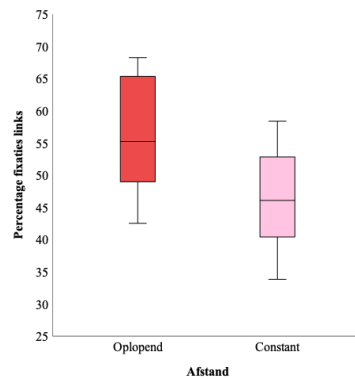
A**B**

Fig. 3 De verschillen tussen het percentage fixaties en hoofdbewegingen bij constante en oplopende afstanden tussen auto's.

Verschillen tussen mensen met en zonder HH

Er lijkt een verschil te zijn tussen mensen met HH en mensen zonder HH in totale hoofdbewegingen en hoofdbewegingen richting rechts in VR. Er zijn significante verschillen tussen participanten met en zonder HH voor de totale hoofdbewegingen en hoofdbewegingen rechts voor de VR-conditie, waarbij mensen met HH altijd minder hoofdbewegingen maakten dan mensen zonder HH (Zie Tabel 8 en Figuur 4A, 4B). Deze hebben een zeer grote effectgrootte. Het aantal hoofdbewegingen richting rechts voor de *real-life* conditie heeft geen significant effect maar zit erg dicht bij de *cutoff* van $\alpha = .05$. Ook voor de totale fixaties in VR, fixaties links in VR, totale hoofdbewegingen in *real-life*, en hoofdbewegingen rechts en links in *real-life* is er een indicatie voor verschillen tussen mensen met HH en mensen zonder HH. Dit komt door de relatief lage *p*-waardes en de effectgroottes van groot tot zeer groot, waardoor het kan zijn dat er bij een grotere *N* wel significante resultaten gevonden worden. De verschillen in mensen met HH en mensen zonder HH zijn duidelijk niet-significant voor totale fixaties in *real-life*, fixaties rechts *real-life* en VR en fixaties links *real-life* met ook een kleine effectgrootte. De relatief hoge *p*-waardes en kleine effectgroottes geven hierdoor geen indicatie voor een verschil, ook al zou de steekproef groter zijn. Er zijn geen significante

verschillen gevonden voor de percentages fixaties en hoofdbewegingen, zie hiervoor Tabel 9 en Figuur 4C en 4D. Echter, de fixaties richting links en richting rechts zouden een indicatie van een verschil kunnen aangeven, gezien de grote effectgroottes en de relatief lage p -waardes. Een grotere N zou wel een effect kunnen uitwijzen. De effectgroottes van de fixaties richting rechts en links in *real-life* en de hoofdbewegingen richting rechts en links, voor zowel *real-life* als VR, variëren van verwaarloosbaar tot klein. Deze resultaten geven geen indicatie voor een verschil.

Mensen met HH lijken dus minder in totaal en richting rechts hun hoofd te bewegen om te kijken in VR. Zij doen dit waarschijnlijk ook minder richting rechts in *real-life*, afgaande op de grote effectgrootte en de lage p -waarde, dan mensen zonder HH.

Tabel 8*Vergelijking Participanten met en zonder Hemianopsie*

Variabelen	Hemianopsie		Controle			
	<i>M rang</i>	<i>M rang</i>	<i>Mediaan ± range</i>	<i>U</i>	<i>p-waarde</i>	<i>D</i>
Totale fixaties RL	5.00	4.00	62.10 ± 24.56	6	.686	.417
Totale fixaties VR50	5.75	3.25	61.60 ± 17.62	3	.200	1.187
Fixaties rechts RL	5.00	4.00	34.54 ± 12.52	6	.686	.417
Fixaties rechts VR50	4.25	4.75	30.88 ± 16.57	7	.886	.205
Fixaties links RL	4.75	4.25	26.71 ± 14.15	7	.886	.205
Fixaties links VR50	6.00	3.00	31.43 ± 17.27	2	.114	1.549
Totale hoofdbewegingen RL	3.00	6.00	28.52 ± 13.07	2	.114	1.549
Totale hoofdbewegingen VR50	2.50	6.50	27.60 ± 16.05	0	.029*	2.828
Hoofdbewegingen rechts RL	2.75	6.25	14.54 ± 4.55	1	.057	2.042
Hoofdbewegingen rechts VR50	2.50	6.50	13.87 ± 10.43	0	.029*	2.828
Hoofdbewegingen links RL	3.50	5.50	11.75 ± 8.86	4	.353	.894
Hoofdbewegingen links VR50	3.00	6.00	14.57 ± 9.12	2	.114	1.549

* $p < .05$ ** $p < .001$ bij $\alpha = .05$, *U*: Mann-Whitney *U*, *RL*: real-life, *VR50*: 50 km/h weg in virtual reality omgeving

Tabel 9

Vergelijking Participanten met en zonder Hemianopsie in Percentages

Variabelen	Hemianopsie		Controle		U	p-waarde	D
	M rang	M rang	Mediaan ± range	Mediaan ± range			
Fixaties rechts RL	4.50	4.50	53.24 ± 11.79	53.24 ± 11.79	8	.343	.000
Fixaties rechts VR50	3.50	5.50	50.12 ± 22.05	50.12 ± 22.05	4	.343	.894
Fixaties links RL	4.50	4.50	46.76 ± 11.79	46.76 ± 11.79	8	.686	.000
Fixaties links VR50	5.50	3.50	49.88 ± 22.05	49.88 ± 22.05	4	.686	.894
Hoofdbewegingen rechts RL	4.25	4.75	53.36 ± 15.10	53.36 ± 15.10	7	1.000	.205
Hoofdbewegingen rechts VR50	4.00	5.00	49.77 ± 19.19	49.77 ± 19.19	6	1.000	.417
Hoofdbewegingen links RL	4.75	4.25	46.64 ± 15.10	46.64 ± 15.10	7	.886	.205
Hoofdbewegingen links VR50	5.00	4.00	50.23 ± 19.19	50.23 ± 19.19	6	.886	.417

* $p < .05$ ** $p < .001$ bij $\alpha = .05$, U: Mann-Whitney U, RL: real-life, VR50: 50 km/h weg in virtual reality omgeving

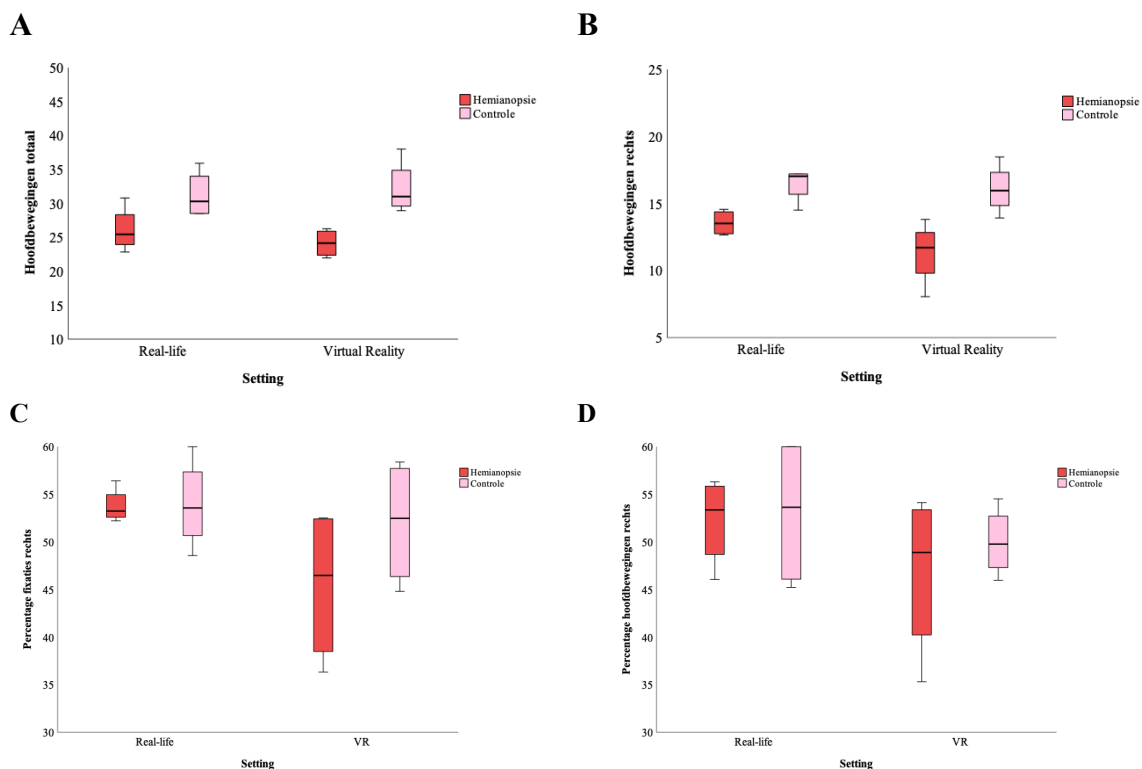


Fig. 4 De verschillen tussen participanten met homonieme hemianopsie en participanten zonder homonieme hemianopsie. Zowel het totale aantal hoofdbewegingen en het aantal hoofdbewegingen naar rechts, als het percentage fixaties en hoofdbewegingen naar rechts is weergegeven. Er is gegroepeerd op setting: *real-life* of VR.

Discussie

Dit onderzoek had als doel om het kijkgedrag van mensen met HH bij het oversteken te vergelijken in een *real-life* omgeving en in een VR-omgeving. VR heeft namelijk meerdere voordelen als het gebruikt wordt als aanvulling op *real-life* revalidatie (Rizzo & Kim, 2005). De resultaten van dit onderzoek laten een niet-significant verschil zien tussen kijkgedrag in *real-life* en kijkgedrag in VR. Er lijkt wel een verschil te zijn in kijkgedrag in de VR-conditie bij constante of oplopende afstanden tussen de auto's. Dit werd niet verwacht, omdat er in de VR-omgeving juist geen rekening gehouden hoefde te worden met de snelheid van de auto's, waardoor een belangrijke factor voor kijkgedrag weg zou vallen (Feldstein & Dyszak, 2020).

Ten slotte is gevonden dat mensen met HH minder totale hoofdbewegingen en minder hoofdbewegingen richting rechts maken dan mensen zonder HH. Dit werd ook niet verwacht op basis van de literatuur (Zihl, 1995).

Vergelijkbaar kijkgedrag tussen *real-life* en VR

Er is tegen de verwachting in geen verschil gevonden tussen kijkgedrag in *real-life* en in VR. Het feit dat er geen verschil lijkt te zijn kan liggen aan dat de verwachting dat het beperkte gezichtsveld in VR invloed zou hebben, niet van toepassing is. Dit zou kunnen zijn omdat het FoV in de gebruikte VR-bril voldoende groot is om goed te kunnen kijken bij het oversteken. Daardoor zou er geen verschil kunnen optreden tussen *real-life* en VR-situatie. In *real-life* zou het kunnen zijn dat het effectieve FoV ook rond de 90 graden is, zoals in de VR-bril. De verwachting is dat bij het oversteken ook maar gebruik wordt gemaakt van een FoV van ongeveer 90 graden, omdat er bij het oversteken een weg wordt gekruist die recht voor je ligt. Deze strekt zich van links naar rechts voor je uit. Alles wat men moet weten gebeurt vóór hen, waardoor men genoeg heeft aan de 90 graden die men op dat moment kan zien.

Daarnaast zou het feit dat er geen verschil lijkt te bestaan kunnen liggen aan het feit dat mensen al van jongs af aan aangeleerd zijn om hoofdbewegingen te gebruiken bij het

oversteken. Er wordt op jonge leeftijd al een bepaalde kijkstrategie aangeleerd. Dat zou kunnen verklaren dat wanneer mensen moeten oversteken zij, ongeacht de situatie, sowieso hoofdbewegingen maken.

Ten slotte is in het huidige onderzoek een deel van kijkgedrag gemeten, namelijk het aantal hoofdbewegingen en fixaties. In een ander sub-onderzoek waarvan de resultaten nog niet bekend zijn, is gekeken naar de lengte van de hoofdbewegingen en fixaties. Het kijkgedrag in het huidige onderzoek is dus niet compleet, waardoor er andere resultaten zouden kunnen opkomen wanneer er gekeken wordt naar kijkgedrag in totaal, aantallen én lengte van hoofdbewegingen en fixaties. De verwachting is dat er wel een verschil zou kunnen zijn tussen VR en *real-life* doordat het FoV bij grote hoofd- en oogbewegingen beperkt is en men dan op een zwart vlak stuit, terwijl er in *real-life* een groter FoV is. In VR moet je door het beperkte FoV daardoor een grotere hoofdbeweging maken om hetzelfde te zien als in *real-life*. Deze langere hoofdbewegingen en saccades zouden wel een verschil in kijkgedrag tussen *real-life* en VR kunnen veroorzaken. Bij het huidige onderzoek zou dit geen rol hebben kunnen spelen omdat de aantallen werden gebruikt, en die blijven hetzelfde of er nu langere of kortere hoofdbewegingen of saccades gemaakt werden. De resultaten van het andere sub-onderzoek moeten echter afgewacht worden om hier iets over te kunnen zeggen.

Verskil in kijkgedrag tussen constante en oplopende afstanden tussen auto's

Het feit dat er meer fixaties richting links gedaan werden dan richting rechts bij oplopende afstanden kan te verklaren zijn aan de hand van het feit dat men is aangeleerd eerst richting links te kijken voordat men oversteekt. Als er al bij de eerste keer kijken richting links blijkt dat oversteken nog niet mogelijk is, heeft het geen zin om richting rechts te kijken. Bij oplopende afstanden tussen auto's wachten mensen langer met oversteken tot de afstand tussen de auto's voor hen lang genoeg is om veilig te kunnen oversteken. Men kijkt richting links, volgt de auto tot die recht voor hen langs rijdt en kijkt weer richting links voor de

volgende auto. Daardoor lopen de aantallen fixaties richting links dus op ten opzichte van fixaties richting rechts.

Het percentage van fixaties richting links is groter dan die richting rechts bij oplopende afstanden. Dit klopt met de gevonden aantallen fixaties richting links in vergelijking met rechts.

Bij constante afstanden tussen auto's kijkt men meer richting rechts dan richting links. Dit kan komen doordat men bij de constante afstanden tussen auto's steeds richting rechts en links kijkt om te anticiperen wanneer zij kunnen oversteken. Doordat mensen bij oplopende afstanden tussen auto's meer richting links kijken en bij constante afstanden min of meer gelijk richting rechts en links, ontstaat er een verschil tussen fixaties bij oplopende en constante afstanden tussen auto's.

Het percentage van fixaties richting rechts is ook groter dan die richting links bij constante afstanden tussen auto's. Dit klopt met de gevonden aantallen fixaties richting rechts in vergelijking met links bij constante afstanden tussen auto's.

Bij oplopende afstanden werden er altijd minder hoofdbewegingen gedaan, zowel totaal als richting links en rechts. Dit zou kunnen komen doordat mensen langer wachten om over te steken en daardoor hun hoofd langer in één richting houden. Daardoor maken zij minder hoofdbewegingen. Bij oplopende afstanden is er in het begin nog geen mogelijkheid om over te steken, omdat de afstanden tussen de auto's te klein zijn. Mensen weten dit en proberen dus nog niet over te steken. Zij kijken daardoor langer in één richting omdat het geen zin heeft om heen en weer te kijken in het begin.

Dit is in tegenstelling tot het steeds heen en weer kijken bij constante afstanden tussen auto's om de afweging te maken om over te steken, dit resulteert namelijk in meer hoofdbewegingen. Bij constante afstanden tussen auto's maakt het niet uit hoelang men wacht, de situatie blijft hetzelfde, dus het is belangrijk het juiste moment te vinden. Bij

constante afstanden tussen auto's is er namelijk bij elke langskomende auto de potentie om over te steken, hierdoor zouden mensen vaker heen en weer kijken omdat zij weten dat oversteken mogelijk is.

Een verrassende uitkomst is dat er in het percentage hoofdbewegingen geen verschil gevonden is tussen oplopende en constante afstanden tussen auto's. Dit komt niet overeen met de aantallen die gevonden zijn bij oplopende en constante afstanden tussen auto's. Dit zou veroorzaakt kunnen zijn doordat er uiteindelijk in de laatste fase van het kijkgedrag om over te steken alsnog wel heen en weer gekeken worden bij oplopende afstanden tussen auto's. Dit zou het verschil tussen oplopende en constante afstanden tussen auto's kunnen recht trekken, waardoor de distributie van hoofdbewegingen niet meer verschilt. Hier is echter meer onderzoek voor nodig.

Daarentegen zou het verschil tussen percentage en aantal hoofdbewegingen ook kunnen liggen aan het feit dat het scenario met oplopende afstanden als laatste wordt gepresenteerd. Participanten hebben al meerdere keren overgestoken en zijn gewend aan de VR omgeving. Participanten zouden beter kunnen zijn geworden in het anticiperen van de auto's en hierdoor minder vaak hoeven te kijken voor zij oversteken. De laatste keer oversteken in de conditie voor oplopende afstanden zou gemakkelijker kunnen gaan, waardoor minder hoofdbewegingen nodig zijn en uiteindelijk de distributie van hoofdbewegingen tussen oplopende en constante afstanden tussen auto's rechtgetrokken wordt.

Vershil tussen HH-groep en Controlegroep

Het totale aantal fixaties in *real-life* verschilt niet, maar er is wel een indicatie dat totale fixaties in VR wel verschilt. Hoewel niet significant is er sprake van een zeer grote effectgrootte en een relatief lage *p*-waarde. Dit verschil zou te verklaren kunnen zijn doordat er meer druk komt in het werkgeheugen door missende perifere visuele informatie in de VR

conditie. In het onderzoek van Hardiess et al. (2010) wordt gesteld dat door het missen van perifere visuele informatie, mensen met HH meer op hun visuele werkgeheugen vertrouwen. In VR mist ook de perifere visuele informatie door het beperkte FoV. De belasting op het werkgeheugen zou kunnen leiden tot meer fixaties en hoofdbewegingen om de situatie goed in de schatten.

Fixaties rechts in VR en *real-life* en fixaties links in *real-life* verschilden niet significant en hadden ook een kleine effectgrootte. Fixaties richting links in VR echter, gaven een indicatie dat dit wel verschilt tussen mensen met en zonder HH, doordat een zeer grote effectgrootte en een relatief kleine *p*-waarde te zien was. Deze fixaties zouden kunnen verschillen omdat de deelnemers met HH een linker HH hebben en daardoor al meer richting links zouden kijken. Daarbij op zou het kunnen zijn dat mensen met HH al meer moeite hebben in een VR situatie dan in een *real-life* situatie door de druk op het werkgeheugen door missende perifere visuele informatie (Hardiess et al., 2010).

Totale hoofdbewegingen in *real-life* verschilden niet significant van elkaar, echter is er wel een indicatie voor een verschil door de relatief kleine *p*-waarde en zeer grote effectgrootte. Mensen met HH maakten in *real-life* minder hoofdbewegingen in totaal dan mensen zonder HH. Dit was ook het geval voor totale hoofdbewegingen in VR voor mensen met HH en dit verschil was wel significant met een zeer grote effectgrootte.

Hoofdbewegingen richting rechts en links voor *real-life* en VR waren ook minder voor mensen met HH dan mensen zonder. De hoofdbewegingen richting rechts en links in VR waren significant met een zeer grote effectgrootte. De hoofdbewegingen richting rechts en links in *real-life* gaven indicatie voor verschillen tussen mensen met HH en mensen zonder HH door respectievelijk de zeer grote en grote effectgrootte en de relatief kleine *p*-waardes.

Het zou kunnen zijn dat mensen met HH minder totale hoofdbewegingen en hoofdbewegingen richting links en rechts maakten doordat door het NAH ook *processing*

speed aangetast kan zijn (Mena-Garcia et al., 2020). Hierdoor moeten mensen langer kijken waardoor zij minder snel heen en weer kijken en dus minder hoofdbewegingen maken dan mensen zonder HH.

Klinische toepassing

Het lijkt erop dat het kijkgedrag van mensen met en zonder HH in *real-life* vergelijkbaar is met het kijkgedrag in VR. Als VR vergelijkbaar is, zou de getrainde compenserende kijkstrategie ook in *real-life* toegepast kunnen worden tijdens het dagelijkse leven. Dit is gunstig voor de revalidatie van de mensen, gezien de meerdere voordelen die VR heeft. VR zou bijvoorbeeld als aanvulling gebruikt kunnen worden in de eerste fases van de revalidatie van HH. Scenario's kunnen worden aangepast op het niveau van degene met HH en de fase waarin hij/zij zich bevindt. Wanneer iemand sneller revalideert, kan VR daarop afgestemd worden. Daardoor wordt voor ieder individu de revalidatie zo efficiënt mogelijk. Echter, de resultaten van het sub-onderzoek waar gekeken wordt naar lengte van hoofdbewegingen en saccades moet nog afgewacht worden voor een definitief resultaat van kijkgedrag in VR en *real-life*.

Het verschil in kijkgedrag bij constante of oplopende afstanden tussen auto's kan worden meegenomen in de keuze van de revalidatie. Het lijkt erop dat mensen minder vaak hoeven te kijken bij oplopende afstanden. Daarnaast wachten mensen langer bij oplopende afstanden en kunnen ze hun tijd nemen om over te steken wanneer zij denken dat het een goed moment is. De IH-training zou qua moeilijkheidsgraad opgebouwd kunnen worden door te starten met oplopende afstanden tussen auto's in VR, omdat dit makkelijker lijkt te zijn. Het beginnen met makkelijkere opdrachten in het begin van de revalidatie kan vertrouwen opbouwen en vermoeidheid tegengaan. Het feit dat er een verschil zit tussen oplopende en constante afstanden tussen auto's geeft mogelijkheden om de training aan te passen aan het individu met HH.

Echter is het wel belangrijk om in gedachten te houden dat in dit onderzoek oplopende afstanden als laatste werden gepresenteerd. Het kleinere aantal hoofdbewegingen en fixaties kunnen daarom ook liggen aan een leereffect. De onderzoeksdeelnemers hebben al meerdere keren overgestoken en zijn bekend met de VR-omgeving waardoor zij met het maken van minder hoofd- en oogbewegingen kunnen oversteken.

Daarnaast is het goed om van een aantal dingen bewust te zijn voor zowel de persoon met HH als de ergotherapeut. Voor de mensen met HH is het belangrijk bewust te worden dat zij onbewust meer kunnen compenseren voor hun blinde gezichtsveld ten koste van hun intacte gezichtsveld in VR. Daarnaast is het belangrijk voor de ergotherapeut om er ook rekening mee te houden dat de persoon met HH in VR meer richting links kijkt dan in *real-life* en dat dit kijkgedrag niet in *real-life* gebeurt. Ten slotte is het ook belangrijk te beseffen dat *processing speed* in mensen met HH aangetast kan zijn en dit kan leiden tot ander kijkgedrag dan in mensen zonder HH.

Sterke punten en beperkingen

Een voor de hand liggende limitatie van dit onderzoek is de steekproefgrootte. Omdat er sprake was van een kleine N heeft het huidige onderzoek ook de effectgroottes van de resultaten meegenomen, die groot tot zeer groot bleken. Bij deze grote en zeer grote effectgroottes werden significante of bijna-significante p -waardes gevonden, die respectievelijk een verschil of een indicatie voor een verschil aanduiden. De kleine steekproef heeft dus niet voorkomen dat er verschillen gevonden werden terwijl die er wel zouden zijn.

De steekproefgrootte op zichzelf is dus niet een groot probleem geweest. Echter, er is wel weinig diversiteit in soorten hemianopsie door de kleine steekproef. Hierdoor is het moeilijk de resultaten te generaliseren naar de groep van mensen met HH. Dit zou op te lossen kunnen zijn door het gebruik van een grotere steekproef met meer diversiteit.

Een sterk punt van het huidige onderzoek is dat er gebruik is gemaakt van een gestandaardiseerde vorm van testen afnemen, wat bijdraagt aan de betrouwbaarheid van de resultaten.

Conclusie

Het huidige onderzoek heeft geen verschil gevonden in kijkgedrag in *real-life* en VR. Dit draagt bij aan het argument dat VR gebruikt zou kunnen worden als aanvulling in de bestaande *real-life* revalidatie voor mensen met HH. Revalidatie kan zodoende met behulp van VR aangepast worden op het individuele niveau van de persoon met HH. Door de voordelen van VR kan er een meer gradueel verloop van de volledige IH-training plaatsvinden, aangepast op de persoon met HH. Hierdoor kan de revalidatie efficiënter verlopen. Dit is zowel voor de persoon met HH als de revalidatie organisatie gunstig. De persoon met HH kan sneller terug naar zelfstandig leven en de revalidatie organisatie kan meer mensen behandelen. Wel moet er rekening mee gehouden worden dat mensen met HH in VR onbewust meer compenseren voor hun defecte gezichtsveld. Dit, samen met aangetaste *processing speed*, is iets wat de ergotherapeut tijdens de behandeling in gedachten moet houden. Het lijkt erop dat het oversteken met oplopende afstanden tussen auto's aan het begin van de IH-training in VR zou kunnen worden gebruikt. Oversteken met constante afstanden tussen auto's is een volgende stap in de training, om de moeilijkheidsgraad op te bouwen. Wel zou toekomstig onderzoek verder moeten uitsluiten welke condities in VR gebruikt kunnen worden en in welke volgorde in de revalidatie. Zowel afstanden tussen voertuigen als snelheden van voertuigen kunnen onderzocht worden. Ook is het van belang in toekomstig onderzoek kijkgedrag in andere scenario's dan oversteken te onderzoeken, zoals het wandelen in een druk winkelcentrum of het navigeren in een supermarkt. Dit alles is nodig om de revalidatie van mensen met HH zo adaptief, controleerbaar en efficiënt mogelijk te kunnen maken.

Referenties

- Alfano, P. L., & Michel, G. F. (1990). Restricting the field of view: Perceptual and performance effects. *Perceptual and Motor Skills*, 70(1), 35–45.
<https://doi.org/10.2466/PMS.70.1.35-45>
- Benjamins, J., Hessels, R. & Hooge, I. (2018). Gazecode: open-source software for manual mapping of mobile eye-tracking data. 1-4. <http://dx.doi.org/10.1145/3204493.3204568>
- Bos, J.E., MacKinnon, S.N., Patterson, A., 2005. Motion sickness symptoms in a ship motion simulator: effects of inside, outside, and no view. *Aviat. Space Environ. Med.* 76, 1111–1118
- de Haan, G. A., Heutink, J., Melis-Dankers, B. J. M., Brouwer, W. H., & Tucha, O. (2015a). Difficulties in Daily Life Reported by Patients With Homonymous Visual Field Defects. *Journal of Neuro-Ophthalmology*, 35(3), 259-264. <https://doi.org/10.1097/WNO.0000000000000244>
- de Haan, G. A., Melis-Dankers, B. J. M., Brouwer, W. H., Tucha, O., & Heutink, J. (2015b). The effects of compensatory scanning training on mobility in patients with homonymous visual field defects: A randomized controlled trial. *PLoS ONE*, 10(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134459>
- Feldstein, I. T., & Dyszak, G. N. (2020). Road crossing decisions in real and virtual environments: A comparative study on simulator validity. *Accident Analysis and Prevention*, 137. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2019.105356>
- Hardiess, G., Papageorgiou, E., Schiefer, U., & Mallot, H. A. (2010). Functional compensation of visual field deficits in hemianopic patients under the influence of different task demands. *Vision Research*, 50(12), 1158–1172.
<https://doi.org/10.1016/j.visres.2010.04.004>

- Hardiess, G., Hansmann-Roth, S., & Mallot, H. A. (2013). Gaze movements and spatial working memory in collision avoidance: A traffic intersection task. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 7. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2013.00062>
- Mena-Garcia, L., Maldonado-Lopez, M. J., Fernandez, I., Coco-Martin, M. B., Finat-Saez, J., Martinez-Jimenez, J. L., Pastor-Jimeno, J. C., & Arenillas, J. F. (2020). Visual processing speed in hemianopia patients secondary to acquired brain injury: a new assessment methodology. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s12984-020-0650-5>
- Papageorgiou, E., Hardiess, G., Ackermann, H., Wiethoelter, H., Dietz, K., Mallot, H. A., & Schiefer, U. (2012a). Collision avoidance in persons with homonymous visual field defects under virtual reality conditions. *Vision Research*, 52(1), 20–30. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2011.10.019>
- Papageorgiou, E., Hardiess, G., Mallot, H. A., & Schiefer, U. (2012b). Gaze patterns predicting successful collision avoidance in patients with homonymous visual field defects. *Vision Research*, 65, 25–37. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2012.06.004>
- Ragan, E. D., Bowman, D. A., Kopper, R., Stinson, C., Scerbo, S., & McMahan, R. P. (2015). Effects of Field of View and Visual Complexity on Virtual Reality Training Effectiveness for a Visual Scanning Task. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 21(7), 794–807. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1109/TVCG.2015.2403312>
- Rizzo, A. & Kim, G. (2005). A SWOT Analysis of the Field of Virtual Rehabilitation and Therapy. *Presence*, 14, 119-146. doi: 10.1162/1054746053967094
- Toet, A., Jansen, S. E. M., & Delleman, N. J. (2007). Effects of Field-of-View Restrictions on Speed and Accuracy of Manoeuvring. *Perceptual and Motor Skills*, 105(3_suppl), 1245–1256. <https://doi.org/10.2466/pms.105.4.1245-1256>

- Tonsen, M., Baumann, C. K., & Dierkes, K. (2020). A high-level description and performance evaluation of pupil invisible. *arXiv preprint arXiv:2009.00508*.
- Ungewiss, J., Kübler, T., Sippel, K., Aehling, K., Heister, M., Rosenstiel, W., Kasneci, E., & Papageorgiou, E. (2018). Agreement of driving simulator and on-road driving performance in patients with binocular visual field loss. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology = Albrecht von Graefes Archiv Für Klinische Und Experimentelle Ophthalmologie*, 256(12), 2429–2435. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1007/s00417-018-4148-9>
- Wertheim, A.H., Bos, J.E. & Krul, A.J., 2001. Predicting Motion Induced Vomiting from Subjective Misery (MISC) Ratings Obtained in 12 Experimental Studies. Report TNO-TM-01-A066. TNO Human Factors Research Institute, Soesterberg, NL.
- Zihl, J. (1995). Visual scanning behavior in patients with homonymous hemianopia. *Neuropsychologia*, 33(3), 287–303. [https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1016/0028-3932\(94\)00119-A](https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1016/0028-3932(94)00119-A)
- Zihl, J., & Kennard, C. (2010). Disorders of Higher Visual Function. In *Rehabilitation of Visual Disorders after Brain Injury: 2nd edition*. (2de editie, pp. 255–263). Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9780203843253>

Bijlage A

A.



Real-life omgeving Haren

B.



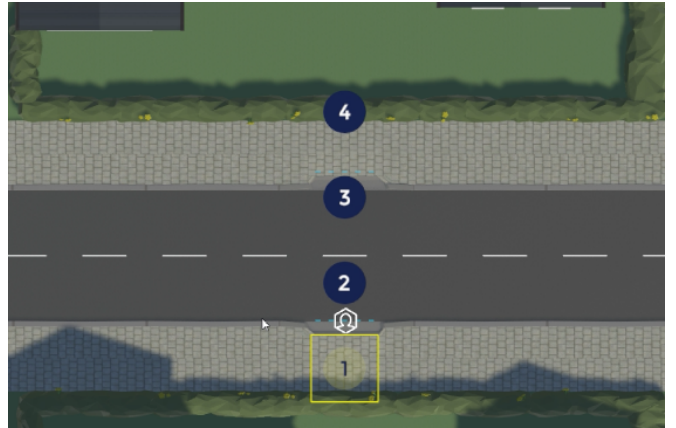
Real-life omgeving Amsterdam

C.



VR-omgeving zijaanzicht

D.



VR-omgeving bovenaanzicht

Fig. 1 Deze figuur geeft de *real-life* omgeving en VR-omgeving weer zoals die gebruikt is in het huidige onderzoek.