

**Het effect van de Temporele Context op Binding bij Veranderingsblindheid**

M.B. Tissing

Studentnummer: s3447170

Afdeling Psychologie, Rijksuniversiteit Groningen

PSB3E-BT15: Bachelor Thesis

Supervisor: Dr. P.H. de Vries

Tweede beoordelaar: Dr. M.M. Span

In samenwerking met: B. Schoemaker, N.Z. Brouwers, M. Nicholls, G. Fikse,

en A.J.E. van Loosen

6 januari 2023

## **The effect of the Temporal Context on Binding in Change Blindness**

### **Abstract**

When people with normal vision are not able to detect changes that take place in the visual scene, this is called change blindness. To detect changes, location and identity of an object should be bound to each other. Context plays an important role in this binding. In this research, the effect of the temporal context on change blindness is investigated. Fifty participants completed an experiment with multiple trials of a change detection task. The trials are presented in pairs to examine the effect of the numbers of objects in the first trial reappearing in the second trial and whether the target is located in the reappearing objects in the second trial of the pairs on change detection. Change detection is measured by the variables discrimination sensitivity and location accuracy. These variables have been analysed by a repeated-measures-ANOVA. Contrary to the hypothesis, the means of location accuracy were higher for target type 'new' than for target type 'old'. As expected, the means of sensitivity and location accuracy were higher when five objects reappeared in the second trial than when one object reappeared. However, there is no significant effect found for the interaction between the number of reappearing objects and the type of target, neither for the separate effects of the independent variables. Future research about change blindness could replicate this research and improve the experiment by equalizing the colours and secure the independency between pairs of trials.

Keywords: change blindness, binding, conceptual network, visual working memory, temporal context.

## Samenvatting

Als mensen met een normale visuele capaciteit niet in staat zijn om veranderingen in het gezichtsveld te zien, wordt dit veranderingsblindheid genoemd. Om een object waar te nemen, moeten de locatie en identiteit van het object aan elkaar gebonden worden. Context speelt een belangrijke rol bij deze binding. In dit onderzoek is het effect van de temporele context bij veranderingsblindheid onderzocht. Vijftig participanten hebben een experiment uitgevoerd met meerdere trials van een veranderingsdetectietaak. De trials zijn in paren gepresenteerd om het effect op veranderingsdetectie te onderzoeken van het aantal objecten uit de eerste trial die terugkeren in de tweede trial van het paar en of het target zich bevindt in deze terugkerende objecten. Veranderingsdetectie is gemeten aan de hand van de variabelen sensitiviteit en locatie-identificatie. Met deze variabelen is een herhaalde-metingen-ANOVA uitgevoerd. In tegenstelling tot de hypothese waren de gemiddeldes van locatie-identificatie hoger voor targettype 'nieuw' hoger dan voor targettype 'oud'. Zoals verwacht waren de meeste gemiddeldes van sensitiviteit en locatie-identificatie hoger wanneer vijf objecten terugkeerden in de tweede trial dan wanneer één object terugkeerde. Echter, voor zowel het aantal terugkerende objecten als het targettype is geen significant hoofdeffect gevonden, evenals voor het interactie-effect tussen deze factoren. Toekomstig onderzoek naar veranderingsblindheid zou het experiment uit dit onderzoek kunnen verbeteren door de kleuren in het experiment gelijk te stellen en te zorgen voor onafhankelijkheid tussen de paren trials.

Trefwoorden: veranderingsblindheid, binding, conceptueel netwerk, visuele werkgeheugen, temporele context.

## Het effect van de Temporele Context op Binding bij Veranderingsblindheid

### Introductie

#### Veranderingsblindheid

De mens wordt constant blootgesteld aan visuele prikkels. Als mensen gevraagd worden of veranderingen voor hun ogen worden opgemerkt, wordt er meestal overtuigend 'ja' geantwoord. Echter, het blijkt dat mensen zich hierin vaak overschatten. (Scholl et al., 2004; O'Regan & Noë, 2001). Zelfs bij opzichtige veranderingen, zoals personen verwisselen in een gesprek, blijkt dat de helft van de mensen niet in staat was om de verandering op te merken (Simons & Levin, 1998). Veranderingsblindheid is het onvermogen om veranderingen in het gezichtsveld op te merken, ondanks een normale visuele capaciteit. Veranderingsblindheid wordt meestal getest met een taak op de computer (Luck & Vogel, 2013). Er wordt een scherm met stimuli gepresenteerd, de pre-display. Hierna worden de stimuli voor een bepaalde tijd gemaskeerd, waarna opnieuw een scherm met stimuli gepresenteerd wordt, de post-display. De participanten moeten aangeven of – en zo ja – welke verandering in de stimuli er bij de post-display heeft plaatsgevonden ten opzichte van de pre-display.

De context speelt een belangrijke rol bij veranderingsblindheid (De Vries, 2004). Hoewel er veel onderzoek is gedaan naar de spatiële context bij veranderingsblindheid, is er nog minder bekend over de temporele context (Heuer & Rolfs, 2021). In het onderhavige onderzoek, uitgevoerd in het kader van de Bachelor Psychologie, wordt de focus gelegd op de invloed van de temporele context op veranderingsblindheid.

#### Binding

De locatie en de identiteit van objecten spelen een belangrijke rol bij veranderingsblindheid (De Vries, 2004). Om een object in het visuele gezichtsveld op te

merken, moet het object op die specifieke locatie geïdentificeerd kunnen worden. De locatie en de identiteit van een object worden apart van elkaar in het geheugen opgeslagen om een connectie tussen deze twee mogelijk te maken. Om een object op een locatie te identificeren is dus binding tussen deze twee geheugensporen nodig. Zonder deze binding zou er voor elk object op elke mogelijke locatie een apart geheugenspoor moeten zijn, wat onwaarschijnlijk is (Styles & Allport, 1986). Binding is dus het proces waarbij eigenschappen van een stimulus aan elkaar gelinkt worden. Om een object op een locatie waar te nemen, wordt een tijdelijke connectie gemaakt om te voorkomen dat voor elke combinatie van object en locatie een permanente binding moet worden opgeslagen. Als deze tijdelijke binding niet wordt gemaakt, kan veranderingsblindheid optreden.

Het tot stand komen van deze tijdelijke connecties kan leiden tot het bindingsprobleem (De Vries, 2004). Om dit probleem uit te leggen, is het nodig om onderscheid te maken tussen verschillende beschrijvingsniveaus, namelijk tussen functionele en structurele niveaus. Bij functionele top-down modellen worden verschijnselen als geheel beschreven met de nadruk op het doel van het verschijnsel. Binnen deze modellen wordt binding gezien als een functie van cognitie. Structurele bottom-up modellen gaan over de neurale processen die ten grondslag van cognitie liggen. In dit type modellen wordt een verklaring voor binding gezocht in hoe neuronen informatie opslaan en verschillende connecties maken. Context is nodig om de juiste tijdelijke verbindingen tot stand te laten komen (De Vries, 2004). Om binding volledig te begrijpen, moeten zowel functionele als structurele modellen bestudeerd worden (Dalenoort en de Vries, 1998).

In het huidige experiment wordt binding gebruikt om effecten van veranderingsblindheid te onderzoeken. Lamme (2003) beschrijft veranderingsblindheid vanuit functioneel perspectief door te stellen dat er aandacht voor de stimuli moet zijn om de stimuli expliciet te kunnen benoemen. Aandacht zorgt ervoor dat de nuttige informatie uit het

visuele gezichtsveld wordt geselecteerd en dat deze informatie terecht komt in het werkgeheugen. Dit is nodig om een verandering te detecteren en te kunnen benoemen.

Veranderingsblindheid-effecten kunnen daarom verminderd worden door het sturen van de aandacht naar de stimulus die verandert. Lamme (2013) onderzocht dit door participanten eerst naar een pre-display met stimuli te laten kijken. Hierna werden de stimuli gemaskeerd, waarbij een aanwijzing richting de te veranderen stimulus werd gegeven. Zo werd de aandacht naar deze stimulus gestuurd. Hierna werd de post-display met stimuli gepresenteerd en moesten de participanten aangeven welke stimulus veranderd was. Zoals verwacht door Lamme (2003) werden de veranderingsblindheid-effecten significant minder toen er een aanwijzing, ook wel *cue* genoemd, werd gebruikt tussen de displays. Ook uit onderzoek van Tappan et al. (2009) is gebleken dat een visuele cue veranderingsblindheid-effecten kan verminderen. In het experiment van huidig onderzoek is een visuele cue gebruikt om de zoektaak beter uitvoerbaar te maken.

Ook Luck en Vogel (2013) beschreven binding in functionele modellen, waarbij binding als basis voor processen zoals aandacht en werkgeheugen is beschreven. Zij gebruiken de beperkingen van het visuele werkgeheugen om veranderingsblindheid te verklaren. Het visuele werkgeheugen wordt gedefinieerd als het actief onderhouden van visuele informatie om taken mee uit te voeren. Hierbij wordt door de auteurs onderscheid gemaakt tussen twee theorieën: de *discrete slots* theorie en de *continuous resource* theorie. De eerstgenoemde theorie gaat ervan uit dat het aantal visuele items dat in het visuele werkgeheugen opgeslagen kan worden, gelimiteerd is tot twee of drie items. De *continuous resource* theorie stelt dat het visuele werkgeheugen een oneindige capaciteit heeft. In het experiment van Luck en Vogel (2013) werd veranderingsdetectie onderzocht bij een steeds groter wordend aantal stimuli. Het bleek dat het vermogen om veranderingen op te merken niet meer verbeterde naarmate het aantal stimuli meer dan drie was. Dit bekrachtigt de

*discrete slots* theorie. Veranderingsblindheid kan volgens de auteurs dus optreden doordat sommige items niet worden opgeslagen omdat het maximale aantal items in het visuele werkgeheugen al bereikt is.

### **Het conceptuele netwerk**

Vanuit functionele modellen, die hierboven beschreven zijn, wordt niet duidelijk hoe de juiste bindingen tussen eigenschappen van een object tot stand komen. Dit speelt vooral als meerdere objecten tegelijk gepresenteerd worden. Daarom stellen Luck en Vogel (1997) dat het bindingsprobleem zich afspeelt op het structurele niveau.

Bij het verklaren van het bindingsprobleem op structureel niveau wordt er gekeken naar conceptuele netwerken (De Vries, 2004). Hierbij wordt uitgegaan van Hebb's leerregel (Hebb, 1949). Dit houdt in dat als neuronen tegelijk geactiveerd worden, er connecties tussen deze neuronen ontstaan of dat de bestaande connecties tussen deze neuronen sterker worden. Op deze manier vindt er clusterformatie van neuronen plaats. Deze clusters worden *cell-assemblies* genoemd, op het functionele niveau aangeduid als 'geheugenspoor'. Hoe de neuronen in een cluster in het netwerk met elkaar zijn verbonden, bepaalt de identiteit van het cluster, bijvoorbeeld de identiteit van een object. Echter, neuronen kunnen participeren in meerdere *cell-assemblies*, afhankelijk van de activatie van het netwerk (De Vries, 2004). De locatie van objecten wordt apart van de identiteit opgeslagen. De weergave van activatiepatronen van de locatie van een object kan worden gezien als een ruimtelijke kaart (De Vries, 2004).

Elke *cell-assembly* in het conceptuele netwerk heeft een kritieke drempelwaarde. Als voldoende neuronen van een *cell-assembly* geactiveerd worden, zal het activatieniveau van de *cell-assembly* uit zichzelf naar een maximum stijgen, waardoor het hele *cell-assembly* activatie krijgt. Als er voldoende activatie van de *cell-assembly* en dus het geheugenspoor is, zal de kritieke drempelwaarde worden overschreden. Op het functionele niveau betekent dit

dat het geheugenspoor in het kortetermijngeheugen terechtkomt en het aandacht krijgt (De Vries, 2004). In dat geval komt, uitgaand van functionele modellen, het geheugenspoor in het expliciete geheugen terecht, waardoor het opgemerkt kan worden. Als de kritieke drempelwaarde van een *cell-assembly* niet wordt bereikt en het conceptuele netwerk van een object dus in het impliciete geheugen blijft, wordt het object visueel niet opgemerkt. De kritieke drempelwaarde is dus belangrijk voor het waarnemen van verandering in het visuele gezichtsveld. Als stimuli in het gezichtsveld niet voldoende activatie krijgen om de kritische drempelwaarde te overschrijden, zullen deze dus in het impliciete geheugen blijven en niet opgemerkt worden. Op deze manier kan er veranderingsblindheid optreden.

### **De rol van context**

Binding kan tot stand komen als bij twee *cell-assemblies* hetzelfde activatiepatroon optreedt. De Vries (2004) beschreef dit als binding door synchronie. Echter, het tegelijkertijd actief zijn van twee *cell-assemblies* is niet genoeg om ze aan elkaar te binden. In het brein zijn constant meerdere activatiepatronen actief, die niet allemaal aan elkaar gebonden moeten zijn. Context is dan een oplossing voor dit bindingsprobleem. De context bindt de *cell-assemblies* – of op functioneel niveau de geheugensporen – aan elkaar door het activatiepatroon van de te binden *cell-assemblies* in dezelfde resonantie te brengen. Hierdoor worden de *cell-assemblies* die bij dezelfde context horen aan elkaar gebonden en dus niet gebonden aan *cell-assemblies* van andere contexten. Dit is te zien in Figuur 1a bij context 1. Deze context heeft verbindingen in de vorm van activatiepatronen met de locatie van het object op de ruimtelijke kaart en de identiteit van het object, als geheugenspoor weergegeven. Als deze activatiepatronen in resonantie met elkaar worden gebracht, zal er een tijdelijke binding tussen de locatie en het object komen, weergegeven met de rode stippellijn.

Wanneer objecten niet bij dezelfde context passen, treedt er eerder veranderingsblindheid op (De Vries, 2004). Dit komt doordat de context de objecten niet

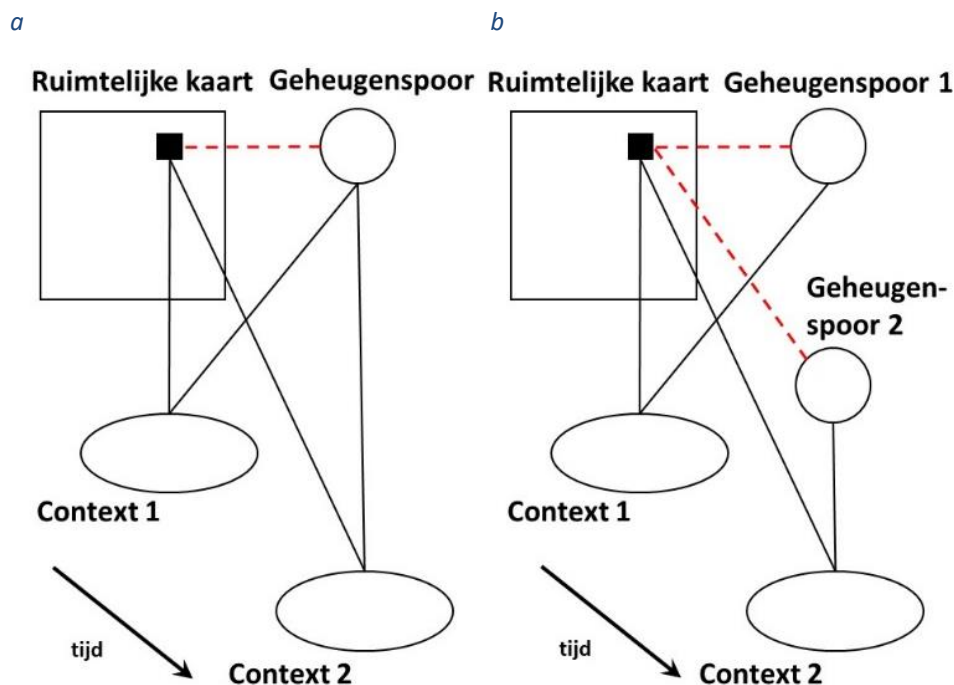


activeert en ook niet in een gelijke resonantie brengt. Hierdoor treedt geen binding op tussen de locatie en de identiteit van het object. De objecten komen dan niet in het expliciete geheugen terecht en worden dan niet op hun locatie opgemerkt.

Wanneer *cell-assemblies* in meerdere activatiepatronen voorkomen, zal het van elk activatiepatroon activatie krijgen. Hierdoor zal deze *cell-assembly* per saldo meer activatie krijgen en sneller de kritische drempelwaarde overschrijden. Dus is de kans groter dat dit geheugenspoor in het kortetermijngeheugen terechtkomt en wordt opgemerkt. Dit is weergegeven in Figuur 1. In Figuur 1a is te zien dat een geheugenspoor van een object tot beide contexten toebehoort en hierdoor door beide contexten geactiveerd wordt. Hierdoor zal de kritische drempelwaarde sneller bereikt worden en het object sneller worden opgemerkt dan in Figuur 1b. In Figuur 1b is weergegeven welke activatiepatronen aanwezig zijn bij twee geheugensporen die niet tot dezelfde context behoren. Beide geheugensporen zullen in dit geval activatie krijgen, maar dit zal minder activatie zijn doordat beide geheugensporen maar eenmaal geactiveerd worden. Hierin is dus te zien dat objecten die tot beide weergegeven context toebehoren meer activatie krijgen. Op structureel niveau bereiken de *cell-assemblies* hiervan dus sneller de kritische drempelwaarde. Op functioneel niveau komen deze geheugensporen sneller in het expliciete geheugen terecht. Het toebehoren tot beide contexten vermindert zo effecten van veranderingsblindheid.

## Figuur 1

In Figuur a is weergegeven dat een geheugenspoor, gebonden aan een locatie op de ruimtelijke kaart, van beide contexten activatie krijgt. In Figuur b is weergegeven dat wanneer een geheugenspoor alleen bij de eerste context past, geen activatie krijgt van beide contexten.



Omdat de locatie en identiteit van een object apart worden opgeslagen, is binding tussen deze aspecten belangrijk om een object op een plek te kunnen identificeren. Echter, de bovenstaande binding door context is alleen van toepassing op binding tussen identiteit en locatie van een enkel object. Bij meerdere objecten is volgens De Vries (2004) sprake van een scanningsmechanisme waarbij de objecten in het visuele veld sequentieel gescand worden. Dit mechanisme zorgt ervoor dat de activatie van de input van stimuli achtereenvolgend plaatsvindt, zodat er binding optreedt tussen de juiste identiteit en locatie van meerdere objecten. Dit scanningsmechanisme gaat zo snel dat het lijkt alsof alle objecten in het gezichtsveld tegelijk worden waargenomen.

### Toepassing veranderingsblindheid en context

Er zijn meerdere onderzoeken gedaan naar de invloed van de context bij veranderingsblindheid. Pashler (1988) deed als een van de eersten onderzoek naar familiariteit van items bij veranderingsdetectie. In dit onderzoek werd geconcludeerd dat

veranderingsdetectie niet beïnvloed wordt door bekendere items. Echter, in dit experiment werd er niet gekeken naar herhaaldelijke blootstelling van items.

De Vries (2004) onderzocht veranderingsblindheid in een letter-identificatie taak. Participanten zagen een scherm met vier letters, die of allemaal verschillend waren of twee dezelfde letters bevatten. Nadat de letters kort gemaskeerd waren, werd één letter getoond. Participanten moesten aangeven of de locatie van de letter overeenkwam met de locatie van de letter op het eerste scherm. Zoals verwacht was de reactietijd lager voor letters die meermaals voorkwamen. Dit is te verklaren door meer activatie van het geheugenspoor van deze letter en het hierdoor sneller overschrijden van de kritieke drempelwaarde van dit geheugenspoor.

In het onderzoek van Luck en Vogel (2013) is de focus gelegd op de meer spatiële aspecten van de context van het visuele werkgeheugen in relatie tot veranderingsblindheid. Net als in andere onderzoeken naar de context is gebleken dat wanneer een object meermaals voorkomt in een trial, het object eerder wordt opgemerkt door participanten en dit effecten van veranderingsblindheid minimaliseert (Drake (2021) en Dzhurkov (2021)). In deze onderzoeken werd gesuggereerd dat objecten in de ene trial onafhankelijk zijn van de andere trial. Echter, het is ook belangrijk om te kijken naar de effecten van de temporele context, waar nog minder over bekend is (Heuer & Rolfs, 2021). Bij de temporele context gaat het om de effecten van tijd in de organisatie van het visuele werkgeheugen. Volgens Heuer en Rolfs (2021) worden temporele eigenschappen van de stimuli opgeslagen naast de taakrelevante informatie en heeft dit invloed op het visuele werkgeheugen en op veranderingsdetectie.

### **Huidig onderzoek**

Het huidige onderzoek bouwt voort op de experimenten van De Vries (2014), Heuer en Rolf (2021), Drake (2021) en Dzhurkov (2021). Hierin zal gekeken worden naar veranderingsdetectie in relatie tot de temporele context. Dit zal op een meer natuurlijke

manier plaatsvinden dan in het onderzoek van De Vries (2014). Om de uitkomsten beter te kunnen generaliseren naar de dagelijkse visuele omgeving, zal in dit onderzoek gebruik worden gemaakt van afbeeldingen van objecten. Er zal daarnaast onderzocht worden of herhaaldelijke blootstelling aan items zal leiden tot een betere veranderingsdetectie. Het uitvoeren experiment is gebaseerd op het experiment uit de eerdere studies van Drake (2021) en Dzhurkov (2021). In tegenstelling tot deze eerdere studies is in het huidige onderzoek niet de spatiële context maar de temporele context gemanipuleerd. Om het experiment uitvoerbaar te maken, is er gebruik gemaakt van een visuele cue, gebaseerd op onderzoeken van Lamme (2003) en Tappan et al. (2009).

In huidig onderzoek ligt de focus op het aantal objecten in een trial dat terugkomt in de opeenvolgende trial. Er zijn twee mogelijke effecten onderzocht, namelijk de invloed van het aantal terugkerende objecten in een opeenvolgende trial en of het target zich in de terugkerende objecten bevindt. Dit leidt tot de onderzoeksvraag in hoeverre de prestatie van veranderingsdetectie wordt beïnvloed door het aantal terugkerende objecten in een opeenvolgende trial en/of het target zich wel of niet in de terugkerende objecten bevindt.

In lijn met de theorie over het conceptuele netwerk van De Vries (2004) wordt verwacht dat in het huidige experiment de prestatie van de veranderingsdetectie beter is wanneer meer objecten uit een eerste trial terugkeren in een daaropvolgende trial. De aanname is dat, zoals weergegeven in Figuur 1, de tijdelijke verbindingen tussen de identiteit en locatie van object die tot stand zijn gekomen in de context van de eerste trial, doorwerken in de context van een volgende trial. De objecten die terugkeren in de opeenvolgende trial krijgen dus twee keer activatie, waardoor de geheugensporen van deze objecten eerder de kritische drempelwaarde bereiken en opgemerkt worden. Daarnaast wordt verwacht dat de veranderingsdetectie beter is wanneer het target zich bevindt in de terugkerende objecten, omdat geheugensporen profiteren van de herhaaldelijke activatie van deze objecten. Hierdoor

wordt de kritieke drempelwaarde eerder bereikt en worden de objecten sneller opgemerkt. De verwachting is dus dat veranderingen in objecten eerder worden opgemerkt in geval van vijf terugkerende objecten en het target zich in deze terugkerende objecten bevindt. Als ‘spiegelbeeld’ wordt verwacht dat veranderingsblindheid meer optreedt bij één terugkerend object en het target in een nieuw object in een opeenvolgende trial. Er wordt dus een interactie-effect verwacht tussen het aantal terugkerende objecten in een opeenvolgende trial en of het target zich wel of niet in deze objecten bevindt.

Zoals uit het bovenstaande blijkt zal in het huidige onderzoek gekeken worden naar het verschil tussen één terugkerend object en vijf terugkerende objecten. Parallel aan dit onderzoek worden vijf vergelijkbare experimenten uitgevoerd. In deze experimenten zullen andere aantallen terugkerende objecten worden onderzocht. Een ander verschil met de parallele studies heeft betrekking op het type verandering. Dit wordt bij de methode verder toegelicht.

## Methode

### Participanten

In het huidige onderzoek hebben vijftig participanten deelgenomen aan het experiment. De participanten zijn geworven via de SONA-participanten pool en het platform Prolific ([www.prolific.com](http://www.prolific.com)). De SONA-participanten pool is een proefpersonenpool van eerstejaars Psychologiestudenten, waarbij de studenten deelnemen aan onderzoeken met als beloning studiepunten. Participanten van het platform Prolific hebben voor deelname aan het onderzoek een beloning van £2,70 gekregen. Uiteindelijk hebben 30 deelnemers uit de SONA-participanten pool en 20 deelnemers van het platform Prolific het experiment afgerond. De leeftijd van deze participanten is tussen 17 en 30 jaar oud met een gemiddelde van 21,4 jaar (M: 21,4; SD: 3,3). Onder de participanten waren 32 vrouwen (64%) en 18 mannen (36%). Deelname aan het onderzoek was volledig vrijwillig en participanten waren vrij om het experiment op elk gewenst moment te verlaten. Vooraf is er voor het onderzoek toestemming gegeven door de ethische commissie van de Faculteit Gedrags- en Maatschappijwetenschappen van Rijksuniversiteit Groningen.

### Design

Om de temporele context te onderzoeken zijn alle trials ingedeeld in paren van twee trials, waarbij de participant voor beide trials moet aangeven of er een object veranderd is en – zo ja – welk object. In elke tweede trial van het paar keren één of vijf objecten uit de eerste trial terug. Het target kan zich dan in één van de terugkerende objecten of in één van de nieuwe objecten bevinden.

Hieruit volgt dat in het onderzoek twee onafhankelijke variabelen zijn gehanteerd, namelijk het aantal terugkerende objecten in de tweede trial en het targettype. De variabele ‘Aantal terugkerende objecten’ bestaat uit twee niveaus: één object keert terug in de tweede trial respectievelijk vijf objecten keren terug in de tweede trial. Ook de variabele ‘Targettype’

heeft twee niveaus: het target bevindt zich in de terugkerende objecten (targettype aangeduid als 'oud') of het target bevindt zich in één van de nieuwe objecten (targettype 'nieuw'). De tweede trial van het paar bij elkaar horende trials kan dus vier condities hebben:

1. Vijf terugkerende objecten en het target bevindt zich in één van deze vijf objecten.
2. Vijf terugkerende objecten en het target bevindt zich in het niet-terugkerende object.
3. Eén terugkerend object en het target is dit terugkerende object.
4. Eén terugkerend object en het target bevindt zich in één van de niet-terugkerende objecten.

Het is gerandomiseerd welke condities de trials hebben. Omdat de onafhankelijke variabelen alleen van toepassing zijn op de tweede trial van een paar trials, zijn alleen de tweede trials van de paren meegenomen in de analyse.

In aanvulling op het bovenstaande zijn twee afhankelijke variabelen gemeten: sensitiviteit ( $d'$ ) en locatie-identificatie van verandering. Sensitiviteit is een variabele voortgekomen uit de signaaldetectietheorie van Wickens (2002). Sensitiviteit geeft het vermogen om een verandering te detecteren weer, gecorrigeerd voor een response bias. Wickens (2002) beschrijft een correct gedetecteerde verandering als een 'hit'. Als er geen verandering plaatsvindt, maar een participant wel een verandering meent te detecteren, wordt dit als een 'vals alarm' aangeduid. De sensitiviteit  $d'$  is het aantal hits gecorrigeerd voor het aantal valse alarmen. De tweede afhankelijke variabele, locatie-identificatie, geeft aan in hoeverre de participant bij een verandering de locatie van die verandering identificeert.

Ten slotte is gevraagd naar de gebruikte strategie van participanten. Deze variabele is gebruikt om te controleren of participanten de manipulaties van de temporele context hebben opgemerkt. Daarnaast kunnen de gebruikte strategieën van participanten inzichten geven voor nuttig vervolgonderzoek.

## **Stimuli en materiaal**

De afbeeldingen van objecten die in dit experiment worden gebruikt zijn van <https://konklab.fas.harvard.edu/> gehaald. De afbeeldingen zijn geselecteerd in paren, waarbij een paar bestaat uit twee verschillende afbeeldingen van eenzelfde object. Hierdoor kan een verandering plaatsvinden door een afbeelding van een object te vervangen met de tweede afbeelding van het paar van het object. Het gaat hier dus om twee verschillende afbeeldingen van hetzelfde type object, die zo een verandering van het exemplaar weergeven. In drie van de parallelle onderzoeken zal gekeken worden naar veranderingen van de staat van het object, in plaats van het vervangen van het hele exemplaar. Met de afbeeldingen is een selectie van categorieën gemaakt, om ervoor te zorgen dat elke trial in het experiment maar één object van dezelfde categorie, zodat de geheugensporen voor de categorieën niet meermaals worden geactiveerd binnen een trial. In huidige experiment keert minimaal één object van de eerste trial van het paar trials terug in de tweede trial van het paar. Zo worden er in de eerste trial van het paar zes categorieën gebruikt en zijn er in de tweede trial maximaal vijf nieuwe categorieën ten opzichte van de eerste trial nodig. Er zijn dus elf categorieën met objecten geselecteerd. De categorieën zijn muziek, zoetigheden, sport en spel, speelgoed, reizen, voertuigen, gereedschap, dieren, huishouden, apparaten en kantoorartikelen.

## **Procedure**

Het experiment is uitgevoerd in OSWeb van het programma Open Sesame (Mathôt et al., 2012). Voor deelname aan het experiment werden participanten middels een link verwezen naar Qualtrics (<https://www.qualtrics.com/>), waar zij geïnformeerd werden over (het doel van) het onderzoek en toestemming moesten geven voor deelname aan het experiment en de verzameling van de data van participanten. Over het doel van het onderzoek is gecommuniceerd dat de onderzoekers meer willen weten over de rol van het visuele werkgeheugen bij het detecteren van veranderingen. Verder is aangegeven dat de deelname



aan het experiment, inclusief de aanwijzingen in Qualtrics, ongeveer twintig minuten zou beslaan. De participanten mochten zelf bepalen waar en wanneer zij aan het experiment deelnamen, mits dit in één zitting werd gedaan en het zelfstandig op een computer werd gemaakt. Na het verlenen van toestemming is de leeftijd en sekse van participanten gevraagd. Ook kregen participanten instructies met een voorbeeld van een trial (Figuur 2).

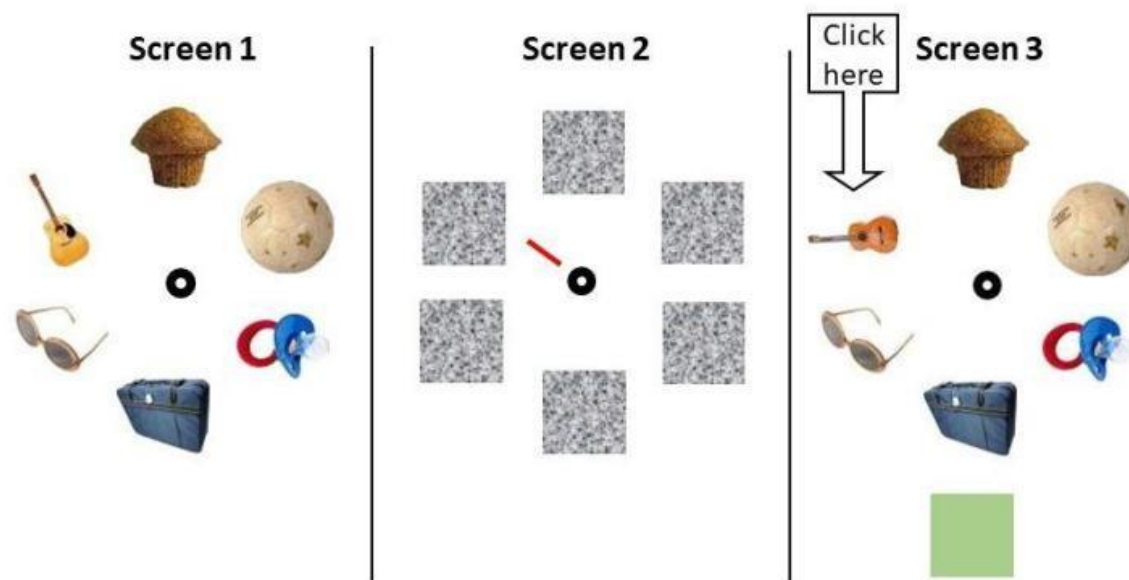
In dit onderzoek voerden de participanten een veranderingsdetectietaak met meerdere trials uit. Voor elke trial werd een blauw vierkant in het midden van het scherm getoond waar participanten op moesten klikken om de trial te beginnen. Hierna volgden drie opeenvolgende schermen met elk een fixatiepunt in het midden (Figuur 2). Scherm 1 bevatte zes objecten in een cirkel om het fixatiepunt en werd 1200 milliseconden getoond. In Scherm 2 zijn de zes objecten gemaskeerd met een grijs vierkant en werd er een rode lijn getoond richting de locatie van het object dat eventueel kon veranderen in Scherm 3. Dit is de locatie cue. Scherm 2 werd in totaal 535 milliseconden getoond, de locatie cue werd na de eerste 90 milliseconden voor 45 milliseconden getoond. Scherm 3 bevatte wederom zes objecten, waarvan het object waar de rode lijn in Scherm 2 op gericht was, veranderd kon zijn. Scherm 3 werd getoond tot een respons van de participant, met een maximumtijd van 3000 milliseconden. Op een scherm van 14 inch had de cirkel met objecten een diameter van 7 cm, waarbij de grootte van elk object ongeveer 1,5 bij 1,5 cm is.

Het uitvoeren van het experiment begon met twee blokken van acht oefentrials, willekeurig verdeeld over de vier condities. In deze oefentrials kreeg de participant feedback of de participant correct heeft geantwoord. Dit werd gedaan door middel van het fixatiepunt, welke groen kleurde bij een correct antwoord en rood bij een incorrect antwoord. Hierna voerden participanten twee blokken van 48 trials uit waarbij participanten niet van feedback werden voorzien. Participanten werden wel voorzien van hun nauwkeurigheidsscore aan het eind van elk blok. Van elke conditie had een participant na het experiment dus 24 trials

uitgevoerd, exclusief oefentrials, door middel van 12 paren, waarvan er bij de helft een verandering heeft opgetreden. Aan het eind van het experiment werd de participanten gevraagd welke strategie was toegepast om de verandering zo goed mogelijk te detecteren.

## Figuur 2

*Voorbeeld van de schermen in een trial*



In de paren trials die de participanten aangeboden kregen zijn de condities van factoren willekeurig toegewezen. Daarnaast was het voor beide trials in een paar gerandomiseerd of er wel of geen verandering heeft plaatsgevonden tussen het eerste en het derde scherm. Van de 48 tweede trials van de paren heeft er bij 24 trials een verandering plaatsgevonden. De locatie van het target in de eerste trial van elk paar was gerandomiseerd over de zes objecten. Ook de targetlocatie in de tweede trial van het paar was gerandomiseerd, maar deze was altijd verschillend van de targetlocatie in de eerste trial van het paar. Dit om te controleren voor het effect dat participanten hoger kunnen scoren doordat het target meermaals op dezelfde locatie staat en participanten deze locatie zouden onthouden. Voor de tweede trial van de paren trials geldt dat er acht trials per targetlocatie waren.

## Analyse

Vóór het uitvoeren van de analyse is de data van de oefentrials verwijderd. Ook is de data van de eerste trial van de trialparen verwijderd, omdat voor het analyseren van het effect van de onafhankelijke variabelen van dit onderzoek alleen de data van de tweede trials van de paren nodig is. Voor de afhankelijke variabele sensitiviteit is er gecorrigeerd voor extreme waarden waarbij een participant bij alle of geen van de trials binnen een conditie correct heeft aangegeven of er wel of geen verandering heeft plaatsgevonden. Dit was nodig om de z-scores van deze proporties te berekenen, welke nodig zijn om de sensitiviteit uit te rekenen. De waarden zijn gecorrigeerd met  $0,5 * 1/N$ , waarbij N het aantal trials per conditie is, in dit onderzoek zes. De waardes 0 zijn vervangen met  $1/12$  en de waardes 1 zijn vervangen met  $1 - 1/12$ . Hierna zijn de waardes van sensitiviteit uitgerekend met de formule: Z-score (hit) – z-score (vals alarm). Daarnaast is er gecontroleerd of er participanten op alle condities van een variabele extreem laag hebben gescoord, wat erop kan wijzen dat de participant het experiment niet serieus heeft uitgevoerd. Dit was bij geen van de participanten het geval.

## **Resultaten**

Voor dit onderzoek is een tweeweg-ANOVA van herhaalde metingen uitgevoerd voor de sensitiviteit en locatie-identificatie. Zoals in de introductie en methode uitgelegd is het effect van de temporele context onderzocht, waarbij onderscheid is gemaakt tussen een enkel terugkerend object en vijf terugkerende objecten in de tweede trial van het paar. Ook is gekeken naar het effect van het type target, waarbij het target zich in de terugkerende, oude, objecten of in de nieuwe objecten kan bevinden.

### **Assumpties**

Er is gecontroleerd of er aan de assumpties van een herhaalde-metingen-ANOVA is voldaan. De assumptie normaliteit is gecontroleerd, wat inhoudt dat de sensitiviteit en locatie-identificatie voor elke combinatie van factoren normaal verdeeld moet zijn. Aan deze voorwaarde is voldaan voor beide afhankelijke variabelen (Zie bijlage, figuur A1-A8). De assumptie van sfericiteit is niet van belang voor dit onderzoek omdat de onafhankelijke variabelen 'Targettype' en 'Aantal terugkerende objecten' beide maar twee niveaus hebben. Daarnaast moeten de trials onafhankelijk van elkaar zijn. Effecten van schendingen van deze onafhankelijkheid zijn geprobeerd te minimaliseren door de volgorde van trials te randomiseren. Echter kan niet volledig uitgesloten worden dat eerdere trials effect hebben gehad op de latere trials die de participanten hebben gemaakt.

### **Analyse**

Er zijn herhaalde-metingen-ANOVA's uitgevoerd voor de combinaties van factoren voor de afhankelijke variabelen sensitiviteit en locatie-identificatie. Volgens de hypothese wordt verwacht dat de sensitiviteit en locatie-identificatie hoger is bij vijf terugkerende objecten. Ook wordt er verwacht dat een participant beter scoort op de afhankelijke variabelen wanneer het target zich bevindt in de terugkerende objecten. De verwachting is dus dat de sensitiviteit en locatie-identificatie het hoogst zijn bij vijf terugkerende objecten en

wanneer het target zich in de terugkerende objecten bevindt. Daarnaast wordt verwacht dat de sensitiviteit en locatie-identificatie het laagst zijn bij één terugkerend object en wanneer het target niet dit terugkerende object is. Daarom wordt er een interactie-effect verwacht voor de combinatie van de factoren ‘Aantal terugkerende objecten’ en ‘Targettype’.

### **Sensitiviteit**

Wanneer een enkel object terugkeert in de tweede trial van het paar en dit het target is, is de gemiddelde sensitiviteit 0.907 met een betrouwbaarheidsinterval van 0.674 tot 1.139 (M: 0.907, SE: 0.118, 95% BHI [0.674, 1.139]) (Zie bijlage, Tabel A1). Als vijf objecten terugkeren, en het target zich in deze terugkerende objecten bevindt, is de gemiddelde sensitiviteit iets lager (M: 0.878, SE: 0.118, 95% BHI [0.646, 1.111]). Echter overlappen de betrouwbaarheidsintervallen van deze gemiddeldes, dus zijn de gemiddeldes niet significant verschillend van elkaar (Figuur 3). Dit komt niet overeen met de verwachting van huidig onderzoek dat de sensitiviteit van participanten hoger is als er meer terugkerende objecten zijn. Wanneer het targettype in de nieuwe objecten is, is de gemiddelde sensitiviteit voor vijf terugkerende objecten duidelijk hoger dan bij een enkel terugkerend object (M: 1.061, SE: 0.118, 95% BHI [0.829, 1.294] tegenover M: 0.895, SE: 0.118, 95% BHI [0.663, 1.128]) (Zie bijlage, Tabel A1). Dit is volgens verwachting, maar ook deze betrouwbaarheidsintervallen overlappen, dus kan er niet gesproken worden van significante verschillen tussen deze gemiddeldes. Ook in de herhaalde-metingen-ANOVA kan geen ondersteuning gevonden worden voor het effect van de factor ‘Terugkerende objecten’, omdat het hoofdeffect van deze factor niet significant is ( $F(1, 48) = 0.397, p = 0.532$ ) (Zie bijlage Tabel A2).

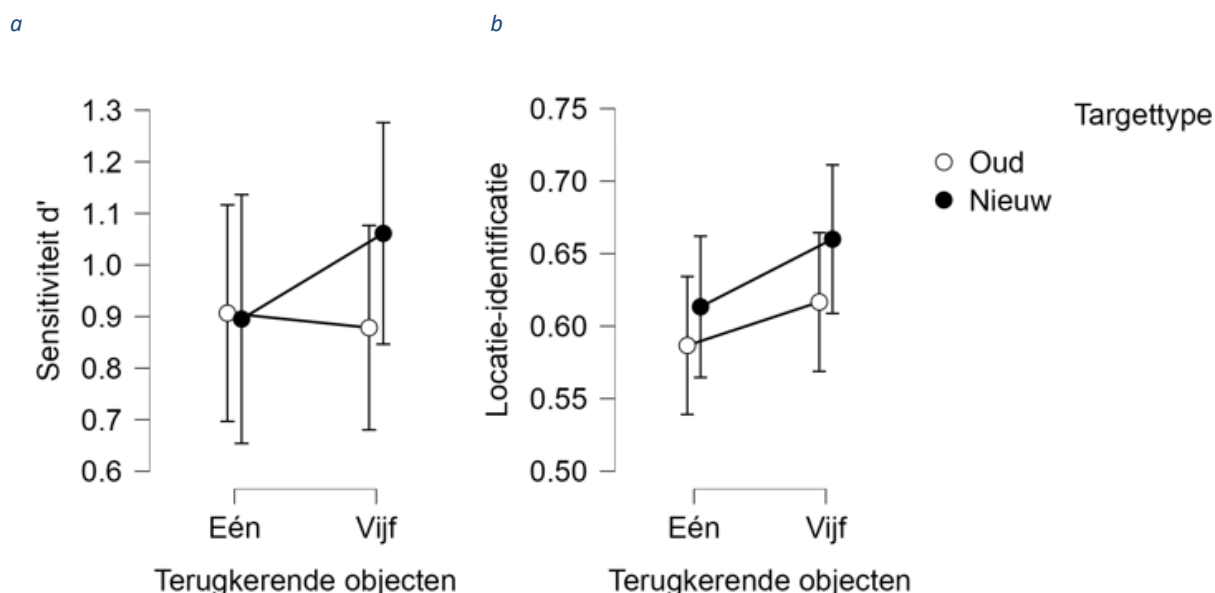
Het hoofdeffect van Targettype is eveneens niet significant gebleken ( $F(1, 48) = 0.529, p = 0.470$ ) (Zie bijlage, Tabel A2). Zoals te zien in Figuur 3 is de gemiddelde sensitiviteit bij een enkel terugkerend object bijna gelijk bij een oud en nieuw targettype. Het gemiddelde voor een enkel terugkerend object, waarbij dit object ook het target is, is 0.895

met een betrouwbaarheidsinterval van 0.663 tot 1.128 (Zie bijlage, Tabel A1). Voor vijf terugkerende objecten is de gemiddelde sensitiviteit bij een nieuw targettype 1.061 met een betrouwbaarheidsinterval van 0.829 tot 1.294. Tegen verwachting in is de gemiddelde sensitiviteit voor vijf terugkerende objecten hoger bij een nieuw targettype (M: 1.061, SE: 0.118, 95% BHI [0.829, 1.294]) dan bij een oud targettype (M: 0.878, SE: 0.118, 95% BHI [0.646, 1.111]). Echter overlappen de betrouwbaarheidsintervallen van deze gemiddeldes, dus gaat het om een niet-significant verschil (Zie Figuur 3).

Volgens de hypothese is de sensitiviteit het best bij vijf terugkerende objecten en een targetlocatie in deze terugkerende objecten. Het getoetste interactie-effect van Targettype en Terugkerende objecten is niet significant gebleken ( $F(1, 48) = 1.051, p = 0.310$ ) (Zie bijlage, Tabel A2). Er is dus geen ondersteuning voor de hypothese gevonden.

### Figuur 3

*Gemiddelde Sensitiviteit (a) en Locatie-identificatie (b) voor de combinatie van de factoren Targettype en Terugkerende objecten. De foutenbalken geven de 95% betrouwbaarheidsintervallen weer.*



### Locatie-identificatie

Wanneer een enkel object is teruggekeerd in de tweede trial van het paar en dit object de targetlocatie is, is de gemiddelde proportie geïdentificeerde locaties 0.587 met een betrouwbaarheidsinterval van 0.522 tot 0.651 (Zie bijlage, Tabel A3). Als vijf objecten

terugkeren en het target bevindt zich in deze objecten, is het gemiddelde hoger (M: 0.617, SE: 0.033, 95% BHI [0.552, 0.681]). Ook wanneer het target zich in de nieuwe objecten bevindt is de gemiddelde locatie-identificatie bij vijf terugkerende objecten, 0.660 met een betrouwbaarheidsinterval van 0.596 tot 0.724, hoger dan bij een enkel terugkerend object (M: 0.613, SE: 0.033, 95% BHI [0.549, 0.678]) (Zie bijlage, Tabel A3). Dit komt overeen met de verwachting dat locatie-identificatie beter is als meer objecten terugkeren in de tweede trial van een paar. Echter overlapt het betrouwbaarheidsinterval van de gemiddeldes van één en vijf terugkerende objecten bij zowel de oude als nieuwe targettype (Zie Figuur 3). Hieraan is te zien dat de gemiddeldes op beide targettypes niet significant van elkaar verschillen. Dit komt overeen met de uitkomsten van de herhaalde-metingen-ANOVA waarbij het hoofdeffect van de factor 'Terugkerende objecten' is getoetst en niet significant is gebleken met een F-waarde van  $F(1, 49) = 2.536$  en een p-waarde van  $p = 0.118$  (Zie bijlage, Tabel A4).

Zoals ook te zien in Tabel A3 en Figuur 3 zijn de gemiddeldes dus voor beide niveaus van terugkerende objecten hoger bij een nieuw targettype dan bij een oud targettype. Dit is in strijd met de opgestelde hypothese dat een targetlocatie in de terugkerende objecten, dus een oud targettype, zou zorgen voor een betere locatie-identificatie. De betrouwbaarheidsintervallen van deze gemiddeldes overlappen, dus het gaat hier om een niet-significant verschil tussen deze gemiddeldes. Dit komt overeen met het niet-significante hoofdeffect van de factor targettype ( $F(1, 49) = 1.815$ ,  $p = 0.184$ ) (Zie bijlage, Tabel A4).

Ook het interactie-effect tussen de factoren 'Targettype' en 'Aantal terugkerende objecten' is niet significant gebleken voor de variabele locatie-identificatie ( $F(1,49) = 0.134$ ,  $p = 0.716$ ) (Zie bijlage, Tabel A4). Dit betekent dat er geen ondersteuning is gevonden dat de combinatie van de factoren 'Targettype' en 'Aantal terugkerende objecten' bijdraagt aan een betere locatie-identificatie.

## **Strategieën**

Aan het eind van het experiment is de participanten gevraagd of, en welke, strategie de participanten hebben toegepast om de veranderingen waar te nemen. Zeven participanten hebben aangegeven op de kleuren van de objecten te letten wat de participanten hielp om de verandering beter waar te nemen. Negen participanten hebben aangegeven naar het midden van het scherm te kijken om zo de cirkel met objecten als één geheel waar te nemen, waardoor de participanten de verandering sneller dachten te ontdekken. Daarnaast hebben zeven participanten aangegeven dat zo snel mogelijk in een cirkel alle objecten bekijken hen hielp om de verandering waar te nemen. Ook gaf een participant aan in het eerste blok trials zo snel mogelijk naar alle objecten te hebben gekeken, maar in het tweede blok trials toch geprobeerd heeft om alle objecten als één geheel waar te nemen. Echter gaven de meeste participanten aan geen specifieke strategie te hebben gebruikt.



## Discussie

In dit onderzoek is de rol van de temporele context op binding bij veranderingsblindheid onderzocht. Zoals eerder beschreven, en weergegeven in Figuur 1, wordt verwacht dat een object eerder wordt opgemerkt wanneer het vaker geactiveerd wordt. Dit heeft te maken met de geheugensporen van elk object op een locatie, een tijdelijke binding tussen de identiteit en locatie van een object. Deze geheugensporen kunnen geactiveerd worden door een object weer te geven in de context van de eerste trial van het paar. Als hetzelfde object in de tweede trial van het paar terugkeert, wordt hetzelfde geheugenspoor nogmaals geactiveerd. Wanneer het geheugenspoor van het object op een locatie een bepaalde waarde van activatie overschrijdt, zal het object in op die locatie opgemerkt worden. Als een object vaker geactiveerd wordt, is dus de verwachting dat het object eerder opgemerkt zal worden en een verandering dus sneller gedetecteerd wordt.

De veranderingsdetectie is gemeten aan de hand van sensitiviteit en locatie-identificatie. Er werd verwacht dat de interactie tussen de factoren ‘Aantal terugkerende objecten’ en ‘Targettype’ invloed heeft op veranderingsdetectie, waarbij de sensitiviteit en de locatie-identificatie het hoogst is bij vijf terugkerende objecten waarbij het target zich in deze terugkerende objecten bevindt. De verwachting was dat de sensitiviteit en locatie-identificatie het laagst was bij één terugkerend object waarbij het target niet dit terugkerende object is. Daarnaast werd verwacht dat beide factoren afzonderlijk een effect hebben op de veranderingsdetectie, en dus de sensitiviteit en locatie-identificatie. Bij de factor ‘Aantal terugkerende objecten’ werd verwacht dat meer terugkerende objecten bijdragen aan een betere veranderingsdetectie. Bij de factor ‘Targettype’ werd verwacht dat het niveau oud bijdraagt aan een betere veranderingsdetectie en het niveau nieuw bijdraagt aan een slechtere veranderingsdetectie.

De uitkomsten van dit onderzoek bieden geen ondersteuning voor de hypothese dat de participanten een verandering beter kunnen detecteren als vijf objecten terugkeren in de tweede trial en het target zich in deze vijf objecten bevindt. Ook voor de afzonderlijke effecten van de onafhankelijke variabelen is geen significant effect gevonden. Bij één terugkerend object is de sensitiviteit van targettype oud en targettype nieuw nagenoeg gelijk aan elkaar. De nauwkeurigheid van het identificeren van de locatie is voor een targetlocatie in de terugkerende objecten hoger dan voor een targetlocatie in de nieuwe objecten. Bij vijf terugkerende objecten is zowel de sensitiviteit als locatie-identificatie hoger bij een targettype nieuw dan bij targettype oud.

De Vries (2004) beschreef eerder dat veranderingsblindheid eerder optreedt bij niet-identieke objecten in een context, terwijl in dit onderzoek het tegenovergesteld het geval lijkt te zijn. Anders dan in het onderzoek van De Vries (2004) ligt de focus in huidig onderzoek op de temporele context. Tegen verwachting in lijkt de veranderingsdetectie beter te zijn wanneer het target zich in de nieuwe objecten bevindt dan in de terugkerende objecten. Dit is vooral te zien wanneer er vijf objecten terugkeren vanuit de eerste trial naar de tweede trial van het paar. Hiervoor zouden verschillende verklaringen kunnen zijn. Zo kan het zijn dat nieuwe objecten door opwaartse, onbewuste, aandacht opvallen, en daardoor eerder de aandacht trekken. Als er meer aandacht is voor deze nieuwe objecten in de trial, zal een verandering in deze nieuwe objecten ook eerder worden opgemerkt (Verma & McOwen, 2010). Bubić (2008) beschreef dat veranderingsblindheid optreedt wanneer aandacht is afgeleid naar andere objecten dan het veranderende object. Wanneer nieuwe objecten de aandacht trekken, zal de prestatie van veranderingsdetectie dus beter zijn wanneer het target zich in de nieuwe objecten bevindt dan in de oude objecten. Dit komt deels overeen met de resultaten van huidig onderzoek. De locatie-identificatie is beter voor targettype nieuw dan voor targettype oud. Bij de sensitiviteit geldt dit alleen wanneer vijf objecten terugkeren in de

tweede trial van het paar. Een verklaring hiervoor kan zijn dat als maar één object terugkeert, er vijf objecten de aandacht trekken, waardoor het moeilijker is om een verandering te detecteren dan wanneer één object de aandacht trekt.

Uit de parallelle onderzoeken die gerelateerd aan dit onderzoek zijn uitgevoerd zijn wisselende resultaten gekomen. Uit het onderzoek waarin werd gekeken naar veranderingen van de staat van de objecten, maar zoals in dit onderzoek ook één en vijf terugkerende objecten werden vergeleken, zijn vergelijkbare resultaten gekomen als in huidig onderzoek. In dit onderzoek was ook te zien dat de locatie-identificatie hoger was wanneer het target zich niet in de terugkerende objecten bevond. Daarnaast was de locatie-identificatie net zoals in dit onderzoek beter wanneer vijf objecten terugkeerden dan wanneer een enkel object terugkeerde in de tweede trial van het paar trials. Echter zijn de resultaten van de andere onderzoeken naar hetzelfde type verandering als in onderhavig onderzoek wisselend. Uit het onderzoek naar het effect van één en twee terugkerende objecten bleek net als in huidig onderzoek dat de prestatie van veranderingsdetectie beter was wanneer het object zich niet in de terugkerende objecten bevond. Echter suggereren de resultaten uit het onderzoek met één en drie terugkerende objecten dat de veranderingsdetectie beter is wanneer het object zich wel in de terugkerende objecten bevindt. In geen van de parallelle onderzoeken is een significant interactie-effect gevonden.

Als antwoord op de strategievraag hebben meerdere participanten aangegeven op kleur te hebben gelet. Zoals beschreven door Verma en McOwen (2010) kunnen eigenschappen van afbeeldingen die opvallen onbewust de aandacht naar deze afbeeldingen sturen. Aandacht wordt nauwelijks gestuurd naar de delen van de context waar weinig kleurencontrastverschillen zijn. Volgens het onderzoek van Verma en McOwen (2010) worden veranderingen sneller opgemerkt wanneer de kleur van de objecten tussen de pre-display en post-display verschilt. Het zou kunnen dat dit invloed heeft gehad op de resultaten, doordat

kleurverschillen opvielen en daardoor het targettype en het aantal terugkerende objecten minder invloed had. Echter heeft kleur volgens Heuer en Rolfs (2021) geen invloed op effecten van de spatiële en temporele context bij veranderingsdetectie. De kleur van objecten in huidig onderzoek is niet voor gecontroleerd. Sommige paren van objecten verschilden van kleur en sommige paren van objecten waren beide zwart-wit. Wel zijn de objecten en categorieën in de trials gerandomiseerd, maar de effecten van de kleurverschillen kan niet volledig worden uitgesloten. Voor vervolgonderzoek zou het experiment beter gemaakt kunnen worden door het hele experiment in zwart-wit uit te voeren. Dit zou de kleureffecten kunnen minimaliseren.

Daarnaast zou de manier waarop de categorieën tot stand zijn gekomen invloed kunnen hebben op de resultaten. De objecten zijn in de categorieën ingedeeld op basis van gezamenlijke associaties bij deze objecten van de onderzoekers van huidig onderzoek. Dit is echter niet op wetenschappelijk onderzoek gebaseerd. Hierdoor kan niet uitgesloten worden dat participanten andere associaties hebben dan de onderzoekers en meerdere afbeeldingen in een trial door participanten met dezelfde context worden geassocieerd. In vervolgonderzoek kan het nuttig zijn om eerst een vooronderzoek te doen naar de associaties bij objecten bij een grotere groep.

Ook is niet met zekerheid te zeggen dat de trials volledig onafhankelijk van elkaar waren. Om dit effect te minimaliseren zijn er meerdere objecten per categorie gebruikt, maar er kan niet worden uitgesloten dat er bij toeval een object in de tweede trial van een paar overlapt met de eerste trial in het volgende paar trials. Zo kan het zijn dat de effecten van de temporele context niet alleen binnen een paar van trials invloed hebben gehad maar ook tussen paren van trials. Dit zou de resultaten beïnvloed kunnen hebben. Vervolgonderzoek zou het experiment kunnen verbeteren door als voorwaarde te stellen dat afbeeldingen uit een paar niet in het opeenvolgende paar mogen voorkomen.

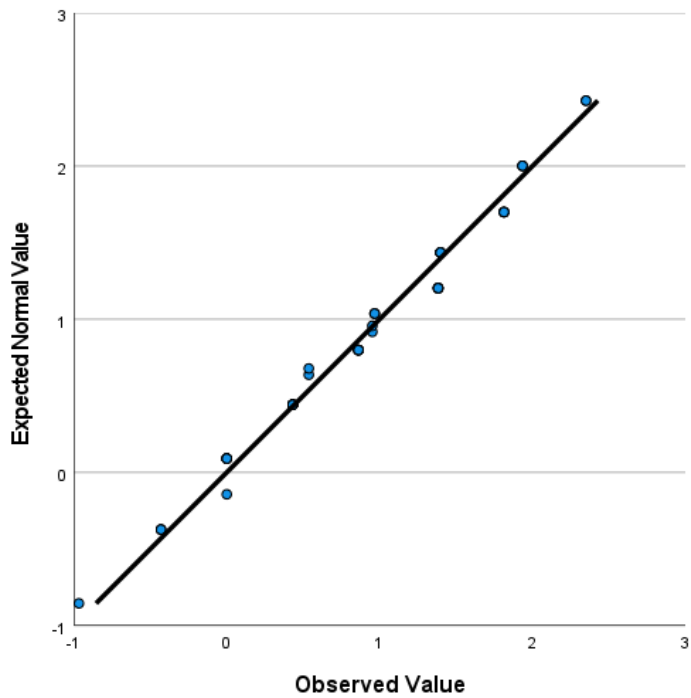
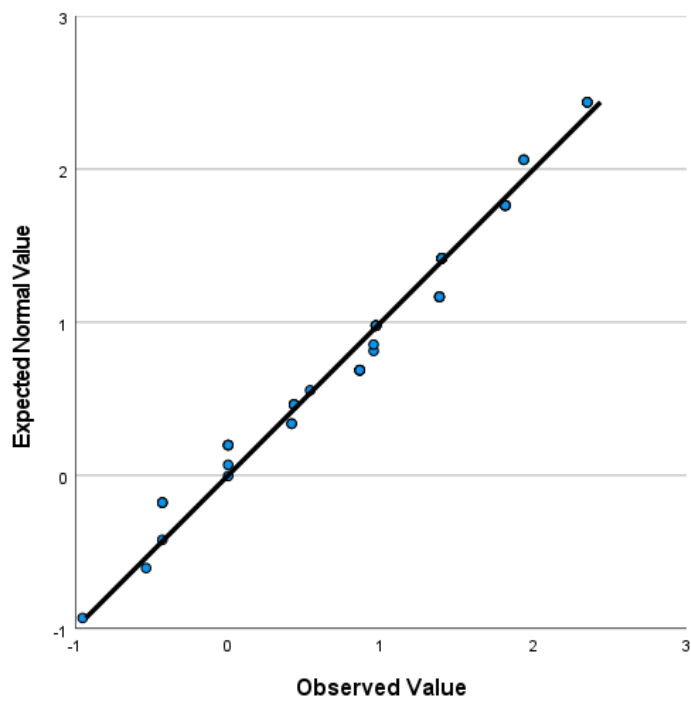
Tevens moet er kritisch gekeken worden naar de steekproefgrootte en moeilijkheid van het experiment. Het uitblijven van een significant effect zou te wijten kunnen zijn aan de kleine steekproef die voor dit onderzoek gebruikt is. Een grotere steekproef kan bijdragen aan kleinere betrouwbaarheidsintervallen, wat eventueel voor een significant effect zou kunnen zorgen. Er zijn eerdere participanten die op één of meerdere condities alle zoektaken correct hebben beantwoord. Dit kan wijzen op een plafondeffect, een effect waardoor de verschillen tussen participanten die hoog scoren minder goed te zien is. In vervolgonderzoek zou het experiment moeilijker gemaakt kunnen worden om zo de verschillen beter te kunnen zien.

In de huidige literatuur is er veel onderzoek gedaan naar de rol van de spatiële context bij veranderingsblindheid. Zoals eerder aangegeven was het van belang dat in dit onderzoek de focus werd gelegd op de rol van tijd bij veranderingsblindheid, de temporele context dus. Echter heeft dit onderzoek nog geen significante resultaten opgeleverd voor het effect van de temporele context op veranderingsblindheid. Het is daarom belangrijk dat er nog meer onderzoek wordt gedaan naar de rol van de temporele context bij veranderingsblindheid. Hierbij zou meer gefocust kunnen worden op de rol van de niet-terugkerende objecten in het experiment, waar in huidig onderzoek een verandering beter gedetecteerd werd. Op de strategievraag hebben meerdere participanten aangegeven geprobeerd te hebben om de cirkel met objecten als één geheel waar te nemen. De rol van de context is in dat geval mogelijk anders, waardoor er meer aandacht zou kunnen gaan naar objecten die niet in het geheel passen. Dan zou een target in de nieuwe objecten dus eerder worden opgemerkt dan een target in de oude objecten. In vervolgonderzoek zou deze rol van de context verder onderzocht kunnen worden.

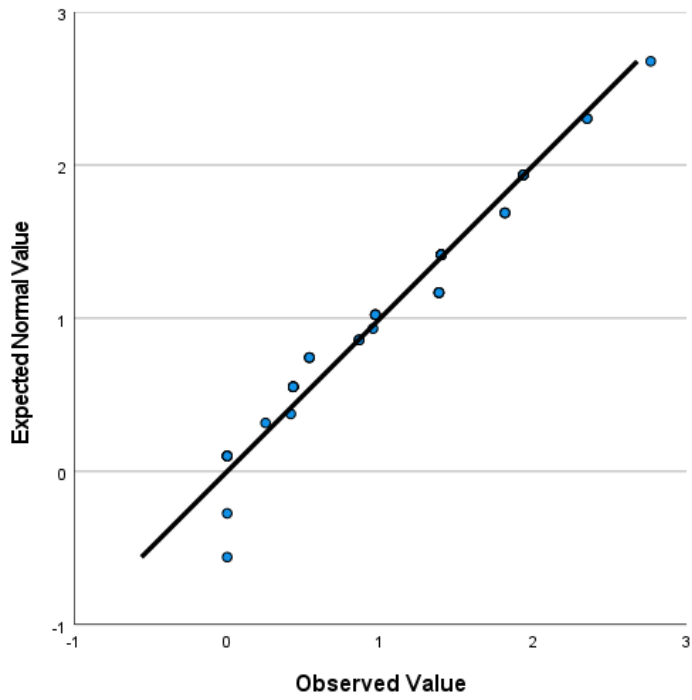
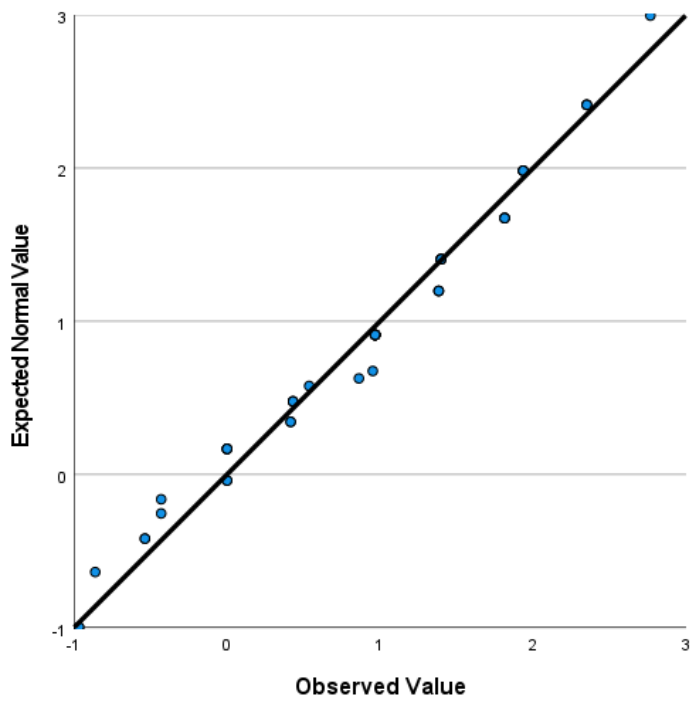
## Referenties

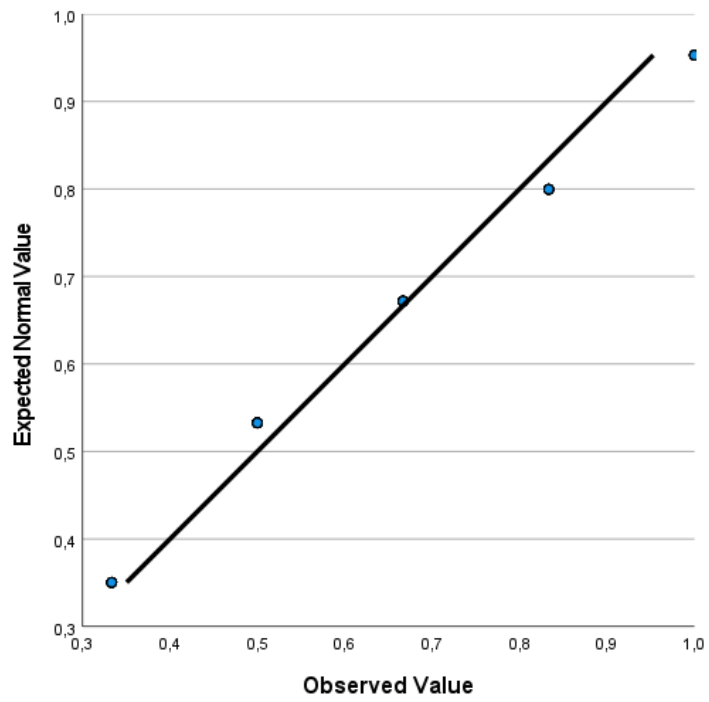
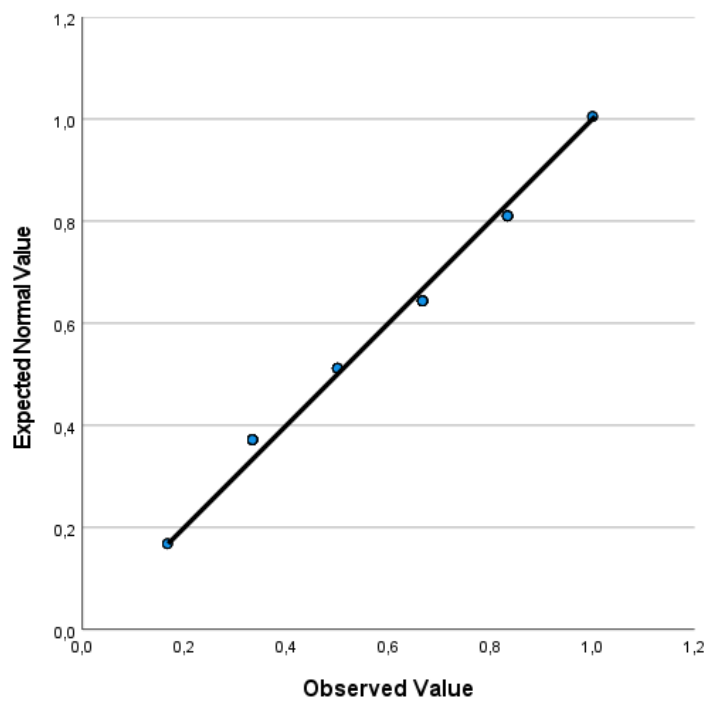
- Bubić, A. (2008). Attentional bias in change detection. *Review of Psychology*, *15*(1–2), 57–65.
- Drake, K.B. (2021). Object Identity and Location's Influence on Binding in a Change Blindness Task using a Simple Location Cue. [Ongepubliceerde bachelorscriptie]. Rijksuniversiteit Groningen.
- Dzhurkov, N.M. (2021) The role of Visual Object Binding conditioned by an Extended Location Cue on the Effects of Change Blindness [Ongepubliceerde bachelorscriptie]. Rijksuniversiteit Groningen.
- Hebb, D. O. (1949). The organization of behavior. New York: Wiley.
- Heuer, A., & Rolfs, M. (2021). Incidental encoding of visual information in temporal reference frames in working memory. *Cognition*, *207*. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1016/j.cognition.2020.104526>
- Lamme, V. A. F. (2003). Why visual attention and awareness are different. *Trends in Cognitive Sciences*, *7*(1), 12–18. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(02\)00013-X](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(02)00013-X)
- Luck, S. J., & Vogel, E. K. (1997). The capacity of visual working memory for features and conjunctions. *Nature*, *390*, 279–281.
- Luck, S. J., & Vogel, E. K. (2013). Visual working memory capacity: from psychophysics and neurobiology to individual differences. *Trends in Cognitive Sciences*, *17*(8), 391–400. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.06.006>
- Mathôt, S., Schreij, D., & Theeuwes, J. (2012). OpenSesame: An open-source, graphical experiment builder for the social sciences. *Behavior Research Methods*, *44*(2), 314–324. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.3758/s13428-011-0168-7>
- O'Regan, J. K., & Noë, A. (2001). A sensorimotor account of vision and visual consciousness. *Behavioral and Brain Sciences*, *24*(5), 939–1031. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1017/S0140525X01000115>
- Pashler, H. (1988). Familiarity and visual change detection. *Perception & Psychophysics*, *44*(4), 369–78.

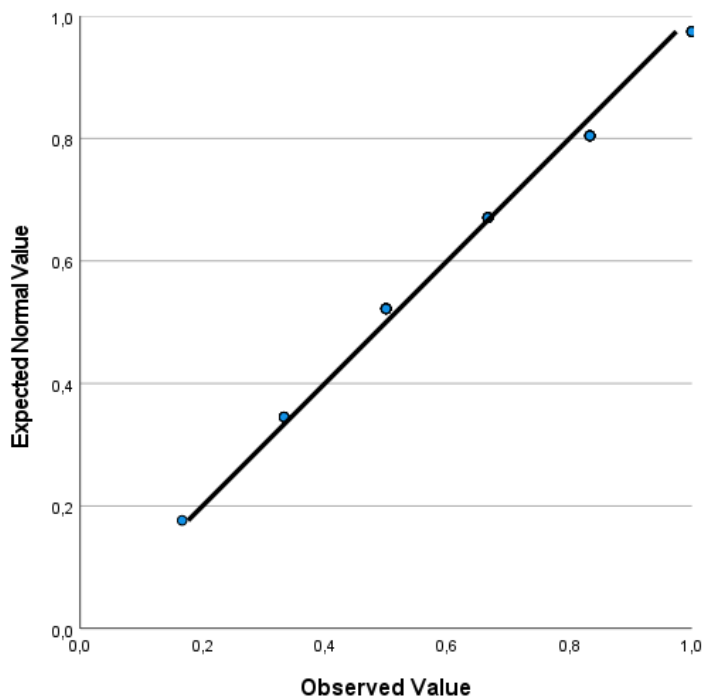
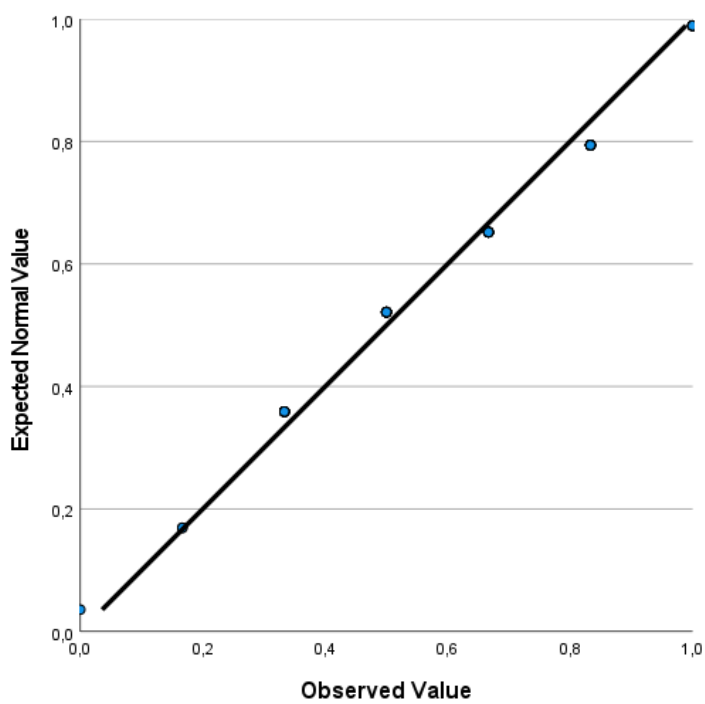
- Scholl, B. J., Simons, D. J., & Levin, D. T. (2004). "Change Blindness" Blindness: An Implicit Measure of a Metacognitive Error. *Thinking and seeing: Visual metacognition in adults and children*, 145–163.
- Simons, D. J., & Levin, D. T. (1998). Failure to detect changes to people during a real-world interaction. *Psychonomic Bulletin & Review*, 5(4), 644–649. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.3758/BF03208840>
- Styles, E. A., & Allport, D. A. (1986). Perceptual integration of identity, location, and colour. *Psychological Research*, 48, 189-200.
- Tappan, J.M., Daniels, J., Slavin, B., Lim, J., Brant, R., & Ansermino, J.M. (2009). Visual Cueing with Context Relevant Information for Reducing Change Blindness. *Journal of Clinical Monitoring and Computig* 23, 223–232. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1007/s10877-009-9186-8>
- Verma, M., & McOwan, P. W. (2010). A semi-automated approach to balancing of bottom-up salience for predicting change detection performance. *Journal of Vision*, 10(6). <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1167/10.6.3>
- de Vries, P. H. (2004). Effects of binding in the identification of objects. *Psychological Research-Psychologische Forschung*, 69(1-2), 41–66.
- Wickens, T. D. (2002). Elementary signal detection theory. *Oxford University Press*, Retrieved from <http://site.ebrary.com/id/10269192>;

**Bijlage****Figuur A1***Q-Q plot Sensitiviteit, Oud x Vijf***Figuur A2***Q-Q plot Sensitiviteit, Oud x Eén*



**Figuur A3***Q-Q plot Sensitiviteit, Nieuw x Vijf***Figuur A4***Q-Q plot Sensitiviteit, Nieuw x Eén*

**Figuur A5***Locatie-identificatie, Oud x Vijf***Figuur A6***Locatie-identificatie, Oud x Eén*

**Figuur A7***Locatie-identificatie, Nieuw x Vijf***Figuur A8***Locatie-identificatie, Nieuw x Eén*

**Tabel A1***Eigenschappen Sensitiviteit*

Targettype	Terugkerende objecten	Marginal Mean	95% CI for Mean Difference		
			Lower	Upper	SE
Oud	Eén	0.907	0.674	1.139	0.118
Nieuw		0.895	0.663	1.128	0.118
Oud	Vijf	0.878	0.646	1.111	0.118
Nieuw		1.061	0.829	1.294	0.118

**Tabel A2***Herhaalde-metingen-ANOVA Sensitiviteit*

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	$\eta^2_p$
Targettype	0.360	1	0.360	0.529	0.470	0.011
Residuals	32.643	48	0.680			
Terugkerende objecten	0.232	1	0.232	0.397	0.532	0.008
Residuals	28.121	48	0.586			
Targettype * Terugkerende objecten	0.462	1	0.462	1.051	0.310	0.021
Residuals	21.099	48	0.440			

**Tabel A3***Eigenschappen Locatie-identificatie*

Targettype	Terugkerende objecten	Marginal Mean	95% CI for Mean Difference		
			Lower	Upper	SE
Oud	Eén	0.587	0.522	0.651	0.033
Nieuw		0.613	0.549	0.678	0.033
Oud	Vijf	0.617	0.552	0.681	0.033
Nieuw		0.660	0.596	0.724	0.033

**Tabel A4***Herhaalde-metingen-ANOVA Locatie-identificatie*

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	$\eta^2_p$
Targettype	0.061	1	0.061	1.815	0.184	0.036
Residuals	1.654	49	0.034			
Terugkerende objecten	0.073	1	0.073	2.536	0.118	0.049
Residuals	1.420	49	0.029			
Targettype * Terugkerende objecten	0.003	1	0.003	0.134	0.716	0.003
Residuals	1.267	49	0.026			