

Masterthesis  
Universiteit Utrecht  
Masteropleiding Pedagogische Wetenschappen  
Masterprogramma Orthopedagogiek

Is de lengte van de stimulusset van invloed op het visueel statistisch leren bij kinderen met of  
zonder een autisme spectrum stoornis?

Naam: Pauline Jansen

Studentnummer: 4255844

Thesisdocent: Dr. A. Wijnroks

Tweede beoordelaar: Dr. J. Douma

Datum: 28-06-2015

**Voorwoord**

Voor u ligt mijn thesis over visueel statistisch leren bij kinderen. Deze thesis is geschreven in het kader van mijn opleiding tot orthopedagoog. Het proces van deze masterthesis is zeer leerzaam geweest en het was interessant om iets te onderzoeken waar ik zelf nog weinig kennis over had. Dit onderzoek had niet kunnen plaats vinden zonder de hulp van een aantal belangrijke anderen. Allereerst wil ik de scholen, alle participanten, hun ouders, docenten en gedragsdeskundigen bedanken voor hun deelname en bijdrage aan het onderzoek. Stijn voor zijn steun en vele geduld. Een bijzonder dankwoord gaat uit naar Mieke Meijer voor de prettige samenwerking, steun en positieve woorden. Tot slot wil ik graag mijn thesisbegeleider Lex Wijnroks bedanken voor alle ondersteuning tijdens het afgelopen jaar.

Pauline Jansen

Juni 2014

### **Samenvatting**

Al op jonge leeftijd kan worden bepaald of kinderen in staat zijn tot visueel statistisch leren (VSL). Binnen onderzoek naar VSL bestaat discussie of de lengte van de stimulusset VSL gemakkelijker of moeilijker maakt. Een antwoord op deze vraag is van belang omdat mensen met autisme spectrum stoornis (ASS) meer moeite zouden hebben met VSL. Om te onderzoeken of kinderen in staat zijn tot VSL en de invloed de stimulusset hierop, werd een experiment uitgevoerd bij normaal begaafde kinderen, kinderen met een verstandelijke beperking (VB) en kinderen met VB en ASS. Het experiment bestond uit een habituatiefase waarin reeksen met een statistische relatie werden getoond. Gevolgd door een testfase waarin deze statistische reeksen werden afgewisseld met random reeksen. Als participanten langer naar de random reeksen keken dan naar de statistische reeksen dan werd aangenomen dat zij in staat waren tot VSL. Het experiment bestond uit twee condities met een stimulusset van verschillende lengte. De resultaten lieten geen verschil in kijktijd zien tussen statistische en random reeksen in de condities. De invloed van de stimulusset en het vermogen tot VSL bij kinderen kan hierdoor niet worden aangetoond. Wanneer het experiment wordt verbeterd, door het nauwkeuriger registreren van het weggijken en een oplossing voor het herstellen van de aandacht op de stimulus, kan vervolgonderzoek mogelijk uitwijzen wat de invloed van stimulusset is op het vermogen tot VSL bij kinderen.

*Keywords:* visueel statistisch leren, autisme spectrum stoornis, kinderen, stimulusset.

### **Abstract**

New born babies already possess the ability of visual statistic learning (VSL). However, there is a discussion about the effect of the length of the stimulusset on the ability to detect the statistical relation between figures within a set. A recent theory suggests that people with an autism spectrum disorder (ASD) experience difficulties in VSL. In this study, typically developing children, children with intellectual disabilities (ID) and children with ID and ASD, were observed in a VSL experiment, to examine whether the ability to detect the statistical relation between visual stimuli was dependent on the number of figures within a stimulusset. The experiment contained a habituation and a test phase. During the habituation phase several figures were presented to the participants in a sequential order, with varying statistical temporal relations between the figures (statistical series) to make them sensitive to the statistical relation between the combined figures. In the test phase statistical series and random series were presented in a random order. It was hypothesized that children were able to register the statistical relation between figures when they looked longer to the random

series than to the statistical series. The experiment consisted of two conditions with a different stimulusset length. No difference in looking time was found between statistical and random series within the two conditions, which means that there was no evidence that the participants had detected the statistical relation in either condition. It is recommended to improve the experiment in order to demonstrate visual statistical learning and to examine the effect of the length of the stimulusset.

*Keywords:* visual statistical learning, children, autism spectrum disorder, stimulusset

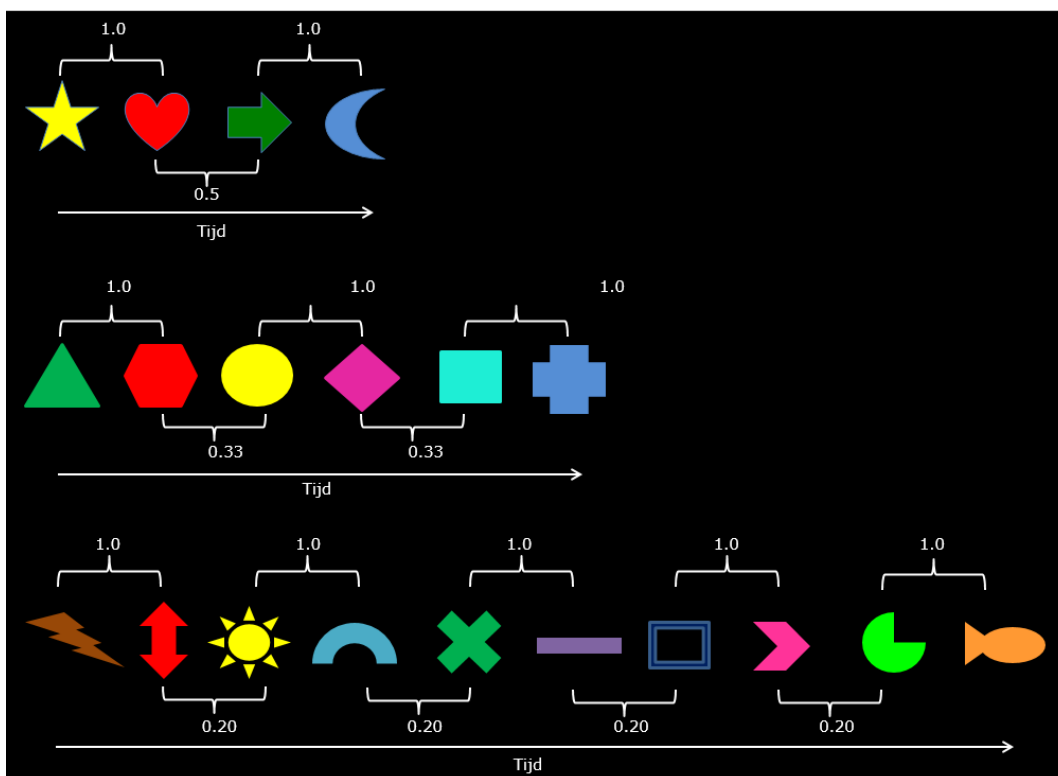
Is de lengte van de stimulusset van invloed op het visueel statistisch leren bij kinderen met of zonder een autisme spectrum stoornis?

De zintuigelijke omgeving van de mens krijgt betekenis, wordt gevormd en gestructureerd door het detecteren van statistische regelmatigheden. Kinderen leren bijvoorbeeld al op jonge leeftijd de gesproken taal in hun omgeving te herkennen door auditief statistisch leren (Saffran, Aslin, & Newport, 1996). De omgeving krijgt vorm en wordt gestructureerd op basis van visueel statistisch leren (VSL) (Fiser & Aslin, 2001). Statistisch leren is een mechanisme waarmee individuen automatisch en onbewust patronen of invarianten ontdekken in hun omgeving. Op deze manier kunnen mensen structuur verwerven binnen de omgeving en zich aanpassen aan deze omgeving (Kim, Seitz, Feenstra, & Shams, 2009; Bulf, Johnson, & Valenza, 2011). Het detecteren van invarianten is het product van statistisch leren. Invariantiedetectie stelt ons in staat om orde te scheppen in een voortdurend veranderende complexe fysieke en sociale omgeving, gebeurtenissen en personen te begrijpen en hierop te reageren (Fisher & Aslin, 2001, 2002, 2005; Gangopadhyay & Schilbach, 2012; Gogate & Hollich, 2010; Hellendoorn et al., 2015). Door de selectieve aandacht voor invariantie in de veranderende omgeving, hoeft men alleen op geregistreerde onbekende patronen (varianties) te reageren (Clark, 2013). Dit leerproces reduceert hiermee onzekerheid (Gibson & Pick, 2000). De informatie voor statistisch leren komt binnen via verschillende sensorische kanalen, dit kan dus zowel auditief als visueel zijn (Bulf et al., 2011; Saffran et al., 1996; Saffran & Wilson, 2003). Bij VSL worden onbewust temporele relaties tussen visuele objecten geleerd in zowel ruimte als tijd. Slechts door het observeren van visuele stimuli in scènes, wordt iemand gevoelig voor de onderliggende statistische structuur van de scènes (Fiser & Aslin, 2002). Binnen onderzoek naar VSL bestaat discussie of de lengte van de stimulusset VSL nu gemakkelijker of moeilijker maakt. Een antwoord op deze vraag is relevant voor onderzoek bij mensen met een autisme spectrum stoornis (ASS) omdat zij meer moeite zouden hebben met het waarnemen van statistische relaties.

### **Diversiteit in de stimulusset**

In onderzoeken naar VSL worden verschillende condities gebruikt voor het experiment. Deze condities verschillen van elkaar in de lengte van de stimulusset, oftewel het aantal figuren dat gebruikt wordt om de conditie te vormen (Bulf et al., 2011; Fiser & Aslin, 2001; Hoefmans & Hermens, 2013; Kirkham et al., 2002; Koenen & Elbertsen, 2014). De resultaten van de onderzoeken zijn niet consistent. Bulf en collega's (2011) waren de eerste onderzoekers die een nieuwe conditie toevoegden aan hun experiment, dat gebaseerd was op

dat van Kirkham en collega's (2002). Deze nieuwe conditie bestond uit vier in plaats van zes figuren. Dit werd gedaan omdat de doelgroep van het onderzoek, pasgeborenen, mogelijk een beperkt cognitief vermogen hadden en hierdoor niet in staat zouden zijn om visueel statistisch te leren in een conditie met zes figuren. De resultaten lieten zien dat pasgeborenen, 1 tot 3 dagen oud, alleen in de conditie met vier figuren in staat zijn tot VSL. In onderzoek van Fiser en Aslin (2001) en Kirkham en collega's (2002) werd aangetoond dat kinderen van 2 maanden en ouder wel in staat zijn tot VSL in een conditie met zes figuren. Het resultaat van Bulf en collega's (2011) is tegengesteld aan dat van Hoefmans en Hermens (2013) en Koenen en Elbertsen (2014) waarin ook gewerkt werd met twee condities. In beide onderzoeken is gebruik gemaakt van een makkelijke (vier figuren) en een moeilijke conditie (zes figuren) maar achteraf bleek de beoordeling 'makkelijk' en 'moeilijk' mogelijk onjuist te zijn. De verwachting in deze onderzoeken was dat de participanten meer moeite zouden hebben met het waarnemen van de statistische relatie in de moeilijke conditie. Uit post hoc analyses van beide onderzoeken blijkt echter dat alleen een significant verschil in kijktijd wordt gevonden in de moeilijke conditie (zes figuren).



*Figuur 1.* Schematische representatie van de statistische reeksen in verschillende condities.

Het is mogelijk dat het waarnemen van een statistische relatie bemoeilijkt wordt als andere figuren een relatief hoge kans (0.5) hebben om te volgen op een bepaald figuur dan wanneer die kans duidelijk lager is ( $<0.5$ ). In een lange stimulusset met veel verschillende

paren kan het hierdoor dus makkelijker zijn om de onderlinge paren te registreren. In iedere conditie is namelijk een kans van 1 dat figuur B volgt op figuur A (A en B vormen samen een paar). De kans dat figuren elkaar opvolgen die geen paar vormen wordt steeds kleiner naarmate er meer verschillende paren zijn en de lengte van de stimulusset toeneemt. Dit is bij 2 paren 0.5; bij 3 paren 0.33 en bij 5 paren 0.2. In figuur 1 is een schematische representatie van de kansen binnen en tussen de paren weergegeven.

In dit onderzoek werd gekeken of een langere stimulusset het gemakkelijker of juist moeilijker maakte om een statistische relatie waar te nemen. Zoals hierboven al werd beschreven werd op basis van kansberekening verwacht dat het bij een langere stimulusset gemakkelijker zou zijn om de statistische relatie waar te nemen. Om deze hypothese te toetsen werd binnen het huidige onderzoek gekeken naar het vermogen tot VSL bij kinderen tussen de 4 en 12 jaar waarbij de ontwikkeling typisch of atypisch verloopt.

### **Visueel statistisch leren bij mensen met of zonder een verstandelijke beperking**

Eerder onderzoek heeft aangetoond dat zowel pasgeborenen (Bulf et al., 2011) als baby's ouder dan 2 maanden (Kirkham et al., 2002) en volwassenen (Fiser & Aslin, 2001) in staat zijn tot VSL. Tevens is in onderzoek nagegaan of dit ook geldt voor mensen met een verstandelijke beperking (VB). Onderzoek van Hoefmans en Hermens (2013) toonde aan dat ook mensen met een VB in staat zijn tot VSL. Daarnaast liet dit onderzoek geen verschillen in prestaties zien bij adolescenten met een lichte en adolescenten met een ernstige verstandelijke beperking wat een aanwijzing is voor het feit dat VSL leren onafhankelijk is van IQ. Aanvullend hierop is het onderzoek van Koenen en Elbertsen (2014) waarin werd aangetoond dat mensen met VB en een auditieve beperking en mensen met Down syndroom in staat zijn tot VSL, maar mensen met zowel VB als ASS niet. Dit laatste resultaat biedt ondersteuning aan verschillende onderzoeken waarin wordt gesproken over een atypische visuele informatieverwerking bij mensen met ASS.

### **Visueel statistisch leren bij mensen met een autisme spectrum stoornis**

Lange tijd is vastgehouden aan het idee dat tekorten in het sociale domein de meest karakteristieke eigenschap is voor ASS (Hellendoorn et al., 2015). Steeds meer studies stellen echter dat een atypische manier van visuele perceptie mogelijk ten grondslag ligt of op zijn minst een grote bijdrage levert aan de sociale verwerkingsproblemen (Hellendoorn et al., 2014; Mottron, Dawson, Soulières, Hubert, & Burack, 2006; Mottron, et al., 2007; Vlamings, Jonkman, van Daalen, van der Gaag, & Kemner, 2010; Zwaigenbaum et al., 2005). Recent onderzoek laat zien dat de oorzaak van ASS mogelijk anders is dan in het verleden werd gedacht. ASS is vermoedelijk geen sociale communicatiestoornis in beginsel, maar problemen

in de sociale interactie ontstaan door het ontbreken van het vermogen tot invariantiedetectie (Hellendoorn, Wijnroks, & Leseman, 2015).

In de theorie van Hellendoorn en collega's (2015) wordt ervan uitgegaan dat mensen met ASS niet in staat zijn tot VSL, waar dit wel mogelijk is voor mensen zonder ASS (Hellendoorn et al., 2015; Koenen & Elbertsen, 2014). Zij stellen dat mensen met ASS worden gekenmerkt door beperkingen in statistisch leren waardoor zij niet in staat zijn tot het waarnemen van invarianten in de omgeving. Tevens stellen zij dat de ernst van autistische symptomen wordt bepaald door de mate van aantasting van dit specifieke leerproces. Door het beperkte of ontbrekende vermogen tot invariantiedetectie bij mensen met ASS is de omgeving onvoorspelbaar en oncontroleerbaar. De voorkeur voor regelmaat en structuur, eventueel zelfgeproduceerd door repetitief of stereotiep gedrag, kan gezien worden als een strategie om met deze tekortkoming om te gaan (Hellendoorn et al., 2015).

Het onderzoek van Koenen en Elbertsen (2014) is niet het enige onderzoek waarin het tekort in statistisch leren bij mensen met ASS werd aangetoond. In onderzoek van Scott-Van Zeeland et al. (2010) werd ook de link gelegd met een defect in statistisch leren bij mensen met ASS, alleen ging het in dit onderzoek om auditief statistisch leren. Een specifieke aanvulling hierop kwam van het onderzoek van Jeste en collega's (2015). Zij stelden dat er sprake is van een grote diversiteit tussen kinderen met ASS en de mate waarin zij in staat zijn tot VSL. In dit onderzoek werd een verband gevonden tussen het non-verbaal IQ, sociaal functioneren en het vermogen tot VSL. De resultaten uit deze onderzoeken wijzen dus allemaal in dezelfde richting, conform de theorie van Hellendoorn en collega's (2015).

Binnen het huidige onderzoek werd gekeken naar de invloed van de stimulusset op VSL voor verschillende doelgroepen. Als visueel statistisch leren beïnvloed wordt door de lengte van de stimulusset kan door de lengte te variëren onderzocht worden hoe goed het visueel statistisch leren ontwikkeld is. Hierbij stond de volgende vraag centraal: *“Is de lengte van de stimulusset van invloed op het visueel statistisch leren bij kinderen?”* De deelvraag die hierbij wordt beantwoord is: *“Verschilt de invloed van de lengte van de stimulusset bij visueel statistisch leren, tussen kinderen met VB en autisme, kinderen met VB en kinderen met een normale ontwikkeling?”*

Eerder onderzoek liet zien dat kinderen met een normale ontwikkeling in staat zijn tot VSL (Fiser & Aslin, 2001; Kirkham et al., 2002). Deze doelgroep was daarom een geschikte vergelijkingsgroep om het effect van een langere stimulusset bij te toetsen. Onderzoeken van Hoefmans & Hermens (2013) en Koenen en Elbertsen (2014) lieten zien dat mensen met VB in staat zijn tot VSL in een stimulusset met zes figuren. De vraag was of dit ook mogelijk was



wanneer de stimulusset uit 10 figuren zou bestaan. Op basis van de theorie van Hellendoorn en collega's (2015) was de verwachting dat mensen met VB en ASS ongeacht de lengte van de stimulusset niet in staat zouden zijn visueel statistisch te leren. Om de onderzoeksvraag en deelvraag te beantwoorden werden naar aanleiding van deze resultaten de volgende hypothesen opgesteld. Voor kinderen met een normale ontwikkeling en kinderen met VB: *“Voor zowel normaal begaafde kinderen als kinderen met VB zijn de verschillen in gemiddelde kijktijd tussen statistische en random reeksen groter bij conditie 10 dan conditie 6”*. Voor kinderen met VB en ASS: *“Ongeacht de conditie is er geen verschil in gemiddelde kijktijd tussen statistische en random reeksen te zien bij kinderen met een VB en ASS”*.

## Methoden

### Participanten

Voor de dataverzameling werd een selecte steekproef gebruikt. In totaal zijn 40 scholen en instellingen benaderd. Hiervan hebben zeven scholen ingestemd om hun medewerking te verlenen aan het onderzoek. Binnen deze scholen zijn 108 ouders of verzorgers van kinderen benaderd voor schriftelijke toestemming voor deelname aan het onderzoek. De participanten waren 60 kinderen (56%) afkomstig van zeven verschillende scholen in het oosten van Nederland. De participanten zijn onder te verdelen in vijf verschillende doelgroepen. De doelgroepen Nor ASS en VB Ken ASS werden uitgesloten, omdat deze groepen niet relevant waren voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag. Voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag richtte dit onderzoek zich op de volgende drie doelgroepen: normaal begaafde kinderen, kinderen met een verstandelijke beperking en kinderen met een verstandelijke beperking en autisme spectrum stoornis. Deze doelgroepen voldeden aan de volgende criteria: kinderen uit het reguliere basisonderwijs (Nor)(2-6 jaar), kinderen met een verstandelijke beperking (VB) (IQ 50-70; 5-12 jaar) en kinderen met een verstandelijke beperking en autisme (VB ASS) (IQ 50-70; 5-12 jaar) zie tabel 1. De kinderen uit het reguliere basisonderwijs werden gematcht op mentale leeftijd met kinderen met een VB. Gegevens over het IQ en de mogelijke ASS diagnose zijn verkregen op basis van dossieranalyse. Op de dag van het onderzoek waren vier kinderen ziek en één kind was naar de tandarts. Uiteindelijk hebben 37 kinderen geparticipeerd in het onderzoek, hiervan hebben twee kinderen de test niet volledig afgemaakt en zijn daarom niet meegenomen in het onderzoek (één uit de VB groep en één uit de VB ASS groep). Een visuele beperking was een exclusiecriteria voor dit onderzoek, omdat binnen dit onderzoek gewerkt werd met visuele stimuli.

Tabel 1

*Beschrijvende statistieken voor normaal begaafde kinderen (Nor), kinderen met een verstandelijke beperking (VB) en kinderen met een verstandelijke beperking en autisme (VB ASS).*

	Totaal N	Man N	Vrouw N	Leeftijd				IQ
				M	SD	Min	Max	
Nor	10	5	5	6.3	0.37	5.7	7.0	-
VB	13	6	7	8.8	1.41	7.1	12.2	64
VB ASS	12	7	5	8.9	1.13	7.1	10.8	60

*Noot.* Min = minimum leeftijd, Max = maximum, IQ = intelligentiequotiënt.

### **Experiment**

In dit onderzoek werd gebruik gemaakt van de stimulusset ontworpen door Hoefmans en Hermens (2013). Deze set was gebaseerd op de onderzoeken van Bulf en collega's (2011) en Kirkham en collega's (2002). De stimulusset werd door Hoefmans en Hermens (2013) geconstrueerd tot een PowerPoint en werd in het huidige onderzoek aangeboden middels een film op een Tobii T60 eye-tracker. Dit is een computer waarmee oogbewegingen van de participant worden geregistreerd en gemeten met een infraroodcamera.

Voor het huidige onderzoek was het de intentie om het experiment van Hoefmans en Hermens (2013) te repliceren en deze uit te bereiden met een nieuwe conditie. Wanneer alle condities geheel werden doorlopen was de totale afnameduur 60 minuten en 18 seconden. Een ruim 60 minuten durende test werd voor kinderen (tussen de 4 en 12 jaar) als te intensief geacht, dit zou mogelijk de resultaten beïnvloeden. Daarom werd besloten om binnen dit onderzoek slechts twee condities af te nemen, conditie 6 en conditie 10. Hiermee bleef de totale afnameduur zo goed als gelijk aan die van het onderzoek van Hoefmans en Hermens (2013), namelijk 40 minuten en 12 seconden. Dit besluit werd ondersteund door resultaten uit eerdere onderzoeken over VSL waarin alleen significante verschillen werden gevonden tussen statistische en random reeksen in de high demand condition (conditie met zes figuren) (Hoefmans & Hermens, 2013; Koenen & Elbertsen, 2014). Conditie 6 bestond uit zes geometrische figuren, onderverdeeld in drie paren van twee stimuli. De nieuwe conditie (conditie 10) bestond uit tien geometrische figuren, onderverdeeld in vijf paren van twee stimuli. De figuren uit de condities werden gebruikt om de reeksen binnen het experiment in te vullen. Een reeks bestond uit 30 figuren en duurde maximaal 67 seconden. Het experiment bestond uit statistische reeksen en random reeksen.

In de statistische reeks was er altijd een kans van 1.0 dat het tweede figuur volgde op het eerste figuur. De statistische relatie tussen de figuren die een paar vormen bleef voor

iedere conditie gelijk. Bij conditie 6 volgde bijvoorbeeld op de groene driehoek altijd de rode zeshoek. De kans dat een bepaald figuur (het eerste figuur van hetzelfde paar of één van de andere paren) volgde na een paar was 0.33. Oftewel na de tweede figuur van elk paar (bv de rode zeshoek) volgde of het eerste figuur van het eerste paar (de groene driehoek) of het eerste figuur van het tweede paar (de gele cirkel) of het eerste figuur van het derde paar (het turquoise vierkant), zie ook figuur 1. De kans dat figuren elkaar opvolgen die geen paar vormen wordt steeds kleiner naarmate er meer verschillende paren zijn en de lengte van de stimulusset dus toeneemt. Dit is bij twee paren een kans van 0.5; bij drie paren is deze 0.33 en bij vijf paren is de kans 0.2. Bij de ‘random reeksen’ konden alle figuren afzonderlijk en willekeurig achter elkaar getoond worden, bijvoorbeeld in conditie 6 de gele cirkel en de groene driehoek. Hierbij was het niet mogelijk dat hetzelfde figuur twee keer achter elkaar werd getoond, bijvoorbeeld twee keer achter elkaar een gele cirkel.

Iedere conditie begon met een habituatiefase en werd gevolgd door de testfase. In de habituatiefase werden de figuren één voor één getoond en werd er voor gezorgd dat als twee figuren (bv de groene driehoek en de rode zeshoek) een paar vormden dat deze figuren altijd opeenvolgend gepresenteerd werden. De habituatiereeksen en testreeksen begonnen allemaal met een wit scherm en alle figuren werden op een zwarte achtergrond getoond. De figuren werden één voor één twee seconden getoond, tijdens deze twee seconden groeiden de figuren naar 200% van de startgrootte, wat ook wel ‘looming’ genoemd wordt. Deze procedure werd toegepast in zowel conditie 6 als 10.

Er werd tijdens de habituatiefase gebruik gemaakt van een person-controlled design, dit houdt in dat wanneer de participant langer dan twee seconden wegkeek, de volgende reeks werd gestart. Voor dit design is gekozen omdat het per participant kon verschillen wanneer de persoon gehabitueerd was. Tevens werd hierbij aangenomen dat de participant de onderliggende statistische relatie onbewust had ontdekt. Het habituatieparadigma stelt dat als een persoon een representatie heeft opgebouwd van een stimulus, de aandacht afneemt. Dus als een participant wegkeek dan werd aangenomen dat de participant bezig was te habitueren (gewend raken aan de stimuli). Door een volgende reeks te starten, zou de aandacht weer hersteld worden (Kirkham et al., 2002). De duur van de habituatiefase was hiermee per participant verschillend. De habituatiefase bestond uit twaalf reeksen. Een reeks bestond uit 30 figuren en duurde maximaal 67 seconden. De habituatiefase duurde voor iedere conditie maximaal 13 minuten en 24 seconden. De habituatiefase was afgelopen wanneer de participant 12 reeksen doorlopen had. Hierbij werd aangenomen dat de participant na deze 12 reeksen voldoende gehabitueerd zou zijn en impliciet de statistische relatie had kunnen

waarnemen (Hoefmans & Hermens, 2013; Koenen & Elbertsen, 2014). Nadat de participant de habituatiefase doorlopen had werd de testfase gestart.

In de testfase werden dezelfde figuren als in de habituatiefase gebruikt. De testfase bestond voor iedere conditie uit zes reeksen van elk 30 figuren, dus 67 seconden per reeks. De testfase duurde maximaal zes minuten en 42 seconden. Deze reeksen bestonden uit drie statistische reeksen en drie random reeksen deze verschillende reeksen zijn gerandomiseerd aangeboden. Dus de statistische reeksen en random reeksen werden door elkaar aangeboden. Net als bij de habituatiefase werd bij de testfase gebruik gemaakt van het person-controlled design. Als de participant langer dan twee seconden weg keek, werd de nieuwe reeks gestart. Wanneer alle zes reeksen doorlopen waren, was de testfase afgelopen. Deze procedure is voor iedere conditie hetzelfde uitgevoerd.

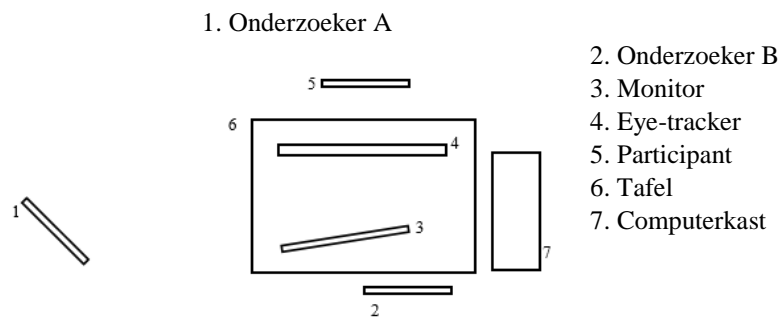
### **Procedure**

Er is toestemming gevraagd voor het onderzoek aan de directeur en/of orthopedagoog van de verschillende scholen. Daarnaast is in overleg met de contactpersoon van iedere school bepaald welke kinderen voldeden aan de doelgroep criteria middels dossieranalyse. Hierna zijn de ouders en/of wettelijk vertegenwoordigers van de kinderen benaderd om toestemming te vragen voor deelname aan het onderzoek middels ondertekening van een toestemmingsbrief. Na inventarisatie van het aantal toestemmingsformulieren is in samenspraak met iedere school de onderzoeksdatum vastgesteld.

Participanten werden door één van de onderzoekers opgehaald uit de klas en naar de aparte onderzoeksruimte meegenomen. De participant nam plaats op een stoel en werd recht voor het scherm van de eye-tracker geplaatst. In sommige gevallen is gebruik gemaakt van kussens om de participant beter voor het scherm te positioneren. Met behulp van het kalibratie programma van de eye-tracker werd bepaald of de participant goed voor het scherm zat en of de ogen konden worden geregistreerd.

Tijdens het onderzoek is gebruik gemaakt van een mobiele eye-tracker, een Tobii T60, waarin twee infraroodcamera's zitten die oogbewegingen registreren. De monitor van de eye-tracker was 17" (1280 x 1024 pixels), waaraan een tweede computerscherm werd aangesloten. Daarop konden de onderzoekers, met behulp van Tobii live viewer de oogbewegingen van de participant volgen. Alle tests zijn afgenomen met twee onderzoekers. Eén onderzoeker volgde de oogbewegingen van de participant op het scherm en klikte door naar de volgende reeks, terwijl de andere onderzoeker de ogen van de participant vanuit een ander gezichtspunt in de gaten hield en een teken gaf wanneer doorgeklikt moest worden. Op deze manier werd een extra controle ingebouwd om het weggijken te signaleren. Voor deze

methode is gekozen omdat in de voorbereiding gesignaleerd werd dat wanneer participanten vlak langs het scherm keken, dit niet werd geregistreerd door de eye-tracker. Na afloop van de testafname noteerden de onderzoekers observaties en factoren die het kijkgedrag van de participant konden beïnvloeden. In figuur 2 is een schematische weergave te zien van de opstelling.



*Figuur 2.* Schematische weergave van de testopstelling.

De eye-tracker registreerde de oogbewegingen en de kijktijd in milliseconden. In totaal werden 18 kijktijden per participant geregistreerd: 12 kijktijden van reeksen uit de habituatiefase en zes kijktijden van reeksen uit de testfase. De beide condities werden aan iedere participant gerandomiseerd aangeboden. Dit betekende dat de kans gelijk was dat met conditie 6 of conditie 10 werd gestart. Hiermee werd gecontroleerd voor een volgorde effect van de condities. Voor het starten van de test werden de participanten geïnstrueerd met de zin “kijk maar naar het scherm”. Deze instructie werd tevens gebruikt wanneer de aandacht van het kind niet herstelde na het witte scherm aan het begin van de een nieuwe reeks. Wanneer een participant één conditie doorlopen had werd een korte pauze ingelast. In de pauze werd met de participant een bewegingsactiviteit gedaan, zoals overgooien met een bal. Vervolgens werd het proces opnieuw gestart voor de andere conditie middels het positioneren van de participant voor de eye-tracker en het kalibreren. Na afloop van beide condities kreeg iedere participant een beloning.

### **Data analyse**

Voor het uitvoeren van analyses werd begonnen met het berekenen en rapporteren van de beschrijvende statistieken. De data uit de testfase werd gebruikt voor de analyses. Hiervoor werden per participant vier somscores berekend: gemiddelde kijktijd statistische reeksen conditie 6, gemiddelde kijktijd random reeksen conditie 6, gemiddelde kijktijd statistische reeksen conditie 10 en gemiddelde kijktijd random reeksen conditie 10. De afhankelijke variabele in dit onderzoek was de kijktijd in seconden naar statistische en random reeksen in de testfase. De onafhankelijke variabelen waren de condities (6 en 10), statistische en random

reeksen en de drie doelgroepen (Nor, VB en VB ASS). Voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag is gebruik gemaakt van 3x2x2 MANOVA met herhaalde metingen met een tussengroep factor voor de groepen Nor, VB en VB ASS en twee binnengroep factoren (conditie 6 en 10, statistische en random reeksen). Hiermee werd gekeken naar verschillende hoofdeffecten, kijktijd naar statistische en random reeksen, de beide condities en de verschillende doelgroepen. Vervolgens zijn de verschillende interactie-effecten bekeken.

Door middel van boxplots is gekeken naar outliers in de data. De 3x2x2 MANOVA is uitgevoerd, waarbij er gecontroleerd is of outliers een effect hadden op de significantieniveaus van de resultaten. Dit bleek niet zo te zijn en daarom is besloten om deze data te behouden. Omdat enkele participanten een nul score hadden op een van de testreeksen, is er een gemiddelde score van de doelgroep berekend voor de desbetreffende testreeks. Bij het uitvoeren van de MANOVA zijn geen verschillen in significantieniveaus van de resultaten te zien voor en na deze ingreep. Daarom werden deze participanten meegenomen in de analyses.

Voorafgaand aan de interpretatie van de resultaten is gekeken naar de spreiding van de data van de verschillende groepen. Box's *M* bleek niet significant bij  $\alpha = .05$ , wat indiceert dat homogeniteit van de variantie-covariantie matrix kon worden aangenomen. De Levene's test bleek significant voor statistische reeksen van conditie 6 en 10. Hiermee werd de assumptie geschonden. Daarom zullen de resultaten van de MANOVA bekeken worden met  $\alpha = .001$  (Allen & Bennett, 2012).

Aanvullend op de MANOVA zijn post hoc testen uitgevoerd middels een ANOVA voor herhaalde metingen (2x2 design) om de interactie effecten op statistische en random reeksen en de condities voor de afzonderlijke doelgroepen te analyseren.

### **Resultaten**

De 3x2x2 MANOVA analyse liet geen hoofdeffect zien voor statistische en random reeksen,  $F(1, 32) = 2.056$ ,  $p = .161$ ,  $\eta^2 = .060$ . Er werd niet langer naar de random reeksen gekeken dan naar de statistische reeksen. Ook werd er geen interactie-effect gevonden voor statistische en random reeksen x conditie,  $F(1, 32) = .795$ ,  $p = .379$ ,  $\eta^2 = .024$ . De verschillen in de gemiddelde kijktijd tussen statistische en random reeksen bleken niet afhankelijk van de conditie. Verder lieten de resultaten ook geen significant interactie-effect zien voor statistische en random reeksen x conditie x groep,  $F(2, 32) = .221$ ,  $p = .803$ ,  $\eta^2 = .014$ . De kijktijd van statistische en random reeksen was dus niet afhankelijk van de conditie voor de verschillende doelgroepen.

Voor doelgroep werd ook geen hoofdeffect gevonden,  $F(2, 32) = 2.542$ ,  $p = .09$ ,  $\eta^2 =$

.137. De gemiddelde kijktijd verschilde niet tussen de doelgroepen. Er werd ook geen significant groep x conditie interactie-effect gevonden,  $F(2, 32) = .263, p = .770, \eta_p^2 = .016$ . Dit betekent dat de gemiddelde kijktijd per conditie niet verschilde tussen de groepen.

Tot slot lieten de resultaten zien dat er geen hoofdeffect was voor conditie,  $F(1, 32) = 1.351, p = .254, \eta_p^2 = .041$ . De gemiddelde kijktijd verschilde dus niet tussen conditie 6 en conditie 10. In tabel 2 staan de gemiddelde kijktijden en standaarddeviaties per groep, per conditie en voor statistische reeksen en random reeksen.

Tabel 2

*Gemiddelde kijktijden en standaard deviaties tijdens statistische en random reeksen, conditie 6 en conditie 10 en tijdens de statistische en random reeksen in conditie 6 en conditie 10 voor normaal begaafde kinderen (Nor), kinderen met een verstandelijke beperking (VB) en kinderen met een verstandelijke beperking en autisme (VB ASS).*

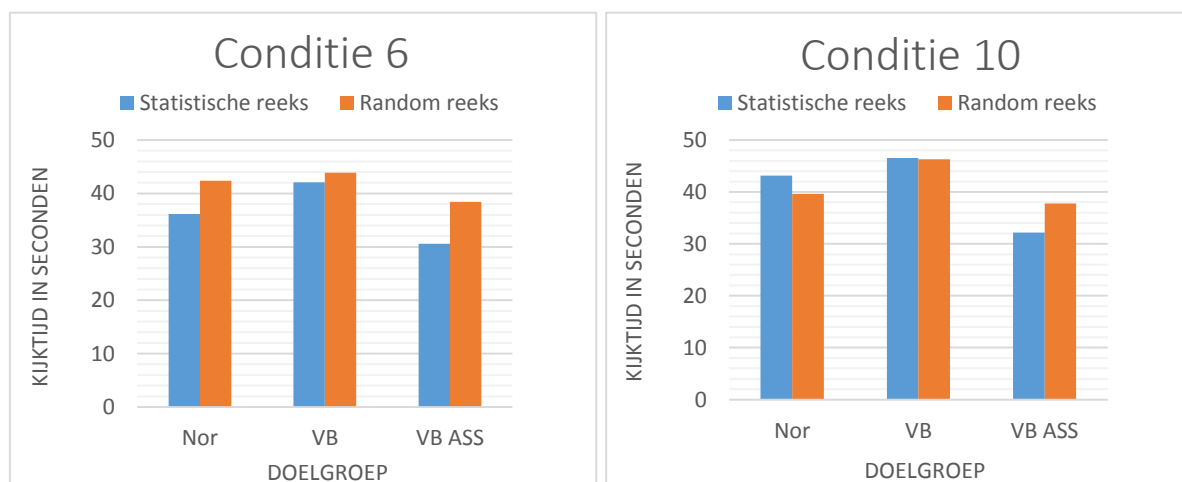
Variabelen	Nor		VB		VB ASS	
	M	SD	M	SD	M	SD
Statistische reeksen	39.65	10.2	44.30	14.20	31.37	9.35
Random reeksen	40.99	10.79	45.08	15.06	38.10	13.66
Conditie 6	39.26	10.91	42.97	16.35	34.49	7.82
Conditie 10	41.39	8.51	46.40	12.68	34.97	13.24
Conditie 6						
Statistische reeksen	36.16	15.92	42.07	18.97	30.59	8.12
Random reeksen	42.36	12.46	43.87	18.70	38.39	15.50
Conditie 10						
Statistische reeksen	43.15	10.54	46.53	17.02	32.14	15.37
Random reeksen	39.63	14.07	46.27	16.90	37.79	17.22

Hoewel de 3x2x2 MANOVA geen significante resultaten liet zien, zijn aanvullend post hoc analyses uitgevoerd. Voor iedere doelgroep is een 2x2 ANOVA uitgevoerd om te bepalen of iedere doelgroep afzonderlijk verschillen in kijktijd tussen statistische en random reeksen liet zien op de verschillende condities. De resultaten lieten zien dat ook voor iedere doelgroep afzonderlijk geen verschil werd gevonden tussen de statistische en random reeksen in de beide condities. Het resultaat voor de Nor groep op statistische en random reeksen x conditie was:  $F(1, 9) = 1.353, p = .275, \eta_p^2 = .131$ . Voor de VB groep was dit:  $F(1, 12) =$

.042,  $p = .842$ ,  $\eta_p^2 = .003$  en voor de participanten uit de groep VB ASS:  $F(1, 11) = .078$ ,  $p = .785$ ,  $\eta_p^2 = .007$ .

Na het uitvoeren van de 3x2x2 MANOVA en 2x2 ANOVA is een posthoc analyse uitgevoerd waarin gecontroleerd werd of de duur van de habituatie mogelijk een voorspeller was voor het verschil in kijktijd tussen statistische en random reeksen. Bivariate correlaties lieten zien dat er geen verband was tussen de habituatie duur en het verschil in kijktijd. Wel werd een sterk en positief verband gevonden tussen de habituatie duur in conditie 6 en de habituatie duur in conditie 10,  $r(33) = .641$ ,  $p < .001$ .

De gemiddelde kijktijden van de verschillende doelgroepen uit tabel 2 zijn in figuur 3 overzichtelijk weergegeven. Wanneer de gemiddelde kijktijden van de statistische en random reeksen, condities en doelgroepen met elkaar vergeleken worden, dan liggen in conditie 6 de verschillen in kijktijd tussen statistische en random reeksen voor de groep Nor in de verwachte richting. Zij lijken langer naar de random reeksen gekeken te hebben dan naar de statistische reeksen. Dit verschil werd ook verwacht voor de groep VB, maar dit verschil lijkt minimaal. De verschillen in kijktijd voor de groep VB met ASS lijken tegengesteld aan de verwachting, omdat zij net als de groep Nor langer naar de random reeksen keken dan naar de statistische reeksen. Conditie 10 kwamen de gemiddelde kijktijden voor alle drie de doelgroepen niet overeen met de verwachtingen. De groep Nor leek langer te hebben gekeken naar de statistische reeksen dan naar de random reeksen. Ook de groep VB met ASS leek, net als in conditie 6, in conditie 10 langer naar de random reeksen gekeken te hebben.



*Figuur 3.* Gemiddelde kijktijden in conditie 6 en conditie 10 voor statistische en random reeksen voor normaal begaafde kinderen (Nor), kinderen met een verstandelijke beperking (VB) en kinderen met een verstandelijke beperking en autisme (VB ASS).



### **Discussie en conclusie**

In deze studie werd de invloed van de stimulusset op het vermogen tot visueel statistisch leren onderzocht bij kinderen met een normale ontwikkeling, kinderen met een verstandelijke beperking en kinderen met een verstandelijke beperking en autisme. De resultaten lieten geen hoofdeffect voor conditie zien en ook werd er geen interactie-effect gevonden tussen het verschil in kijktijd in statische en random reeksen en de conditie. Op basis hiervan kan niet gesteld worden dat de lengte van de stimulusset van invloed is op het vermogen tot visueel statistisch leren bij kinderen met een typische of atypische ontwikkeling. Tevens kon niet aangetoond worden of een langere stimulusset het gemakkelijker of moeilijker maakt om een statistische relatie waar te nemen in een reeks van visuele stimuli.

Binnen dit onderzoek werden geen significante resultaten gevonden voor het verschil in kijktijd tussen statistische en random reeksen in de condities tussen de doelgroepen. De verschillen in kijktijd in conditie 6 lagen voor de groep normaal begaafde kinderen in de verwachte richting maar deze waren niet significant. Dit sluit niet aan bij de bevindingen van Fiser en Aslin (2001) en Kirkham en collega's (2002) waaruit bleek dat normaal begaafde kinderen in staat zijn tot visueel statistisch leren. In het huidige onderzoek werd voor kinderen met een verstandelijke beperking ook geen verschil in kijktijd gevonden, dit resultaat komt niet overeen met de resultaten uit het onderzoek van Hoefmans en Hermens (2013) en Koenen en Elbertsen (2014) waarin werd aangetoond dat mensen met een verstandelijke beperking in staat zijn tot visueel statistisch leren. In conditie 10 was het verschil in kijktijd tussen statistische en random reeksen voor beide groepen tegengesteld aan de verwachting. Zowel de normaal begaafde kinderen als de kinderen met een verstandelijke beperking lieten geen verschil zien in kijktijd tussen de statistische en random reeksen. Deze resultaten sluiten niet aan bij de verwachting over de condities, namelijk dat visueel statistisch leren bij een langere stimulusset gemakkelijker zou zijn. Zoals verwacht liet de groep kinderen met een verstandelijke beperking en autisme in beide condities geen significant verschil in kijktijd zien tussen de statistische en random reeksen. Dit sluit weliswaar aan bij het resultaat dat werd gevonden in het onderzoek van Koenen en Elbertsen (2014) en bij de theorie van Hellendoorn et al. (2015), maar aangezien de normaal begaafde kinderen ook geen verschil lieten zien, is dit geen voldoende ondersteuning voor de hypothese dat kinderen met een autisme spectrum stoornis meer moeite hebben met het waarnemen van statistische relaties in visuele patronen.

Uit de resultaten bleek dat geen hoofdeffect gevonden kon worden voor het verschil in

kijktijd tussen statistische en random reeksen. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat het gebruikte experiment in dit onderzoek gebaseerd was op onderzoek bij baby's. Hierdoor is de meetmethode mogelijk onvoldoende afgestemd op het gedrag van kinderen in de leeftijd van 4 tot 10 jaar. Veel van de participanten hadden moeite met het feit dat de enige instructie was 'kijk maar naar het scherm'. Enkele kinderen verzonnen zelf een opdracht en gingen de figuren benoemen waardoor er geen sprake meer was van een impliciet proces. Daarnaast vonden veel kinderen het moeilijk om stil te zitten en om de aandacht weer op het scherm te richten bij het begin van een nieuwe reeks. Echter is voor visueel statistisch leren selectieve aandacht voor de stimulus nodig (Turk-Browne, Jungé & Scholl, 2005). Tevens leken de kinderen de opdracht spannend te vinden, zo bleven zij gedurende het experiment gespannen naar het scherm kijken. Het is mogelijk dat participanten onafhankelijk van de statistische of random reeks zo lang mogelijk naar het scherm bleven kijken omdat ze dachten dat dit voor een betere prestatie zou zorgen. Het is mogelijk dat visueel statistisch leren niet op de juiste manier werd gemeten. Het uitblijven van significante verschillen kan mogelijk ook worden verklaard door het verschil in habituatietijd per participant. De habituatietijd kon per participant verschillen doordat er werd doorgelikt naar een volgende reeks wanneer een participant langer dan twee seconden van het scherm wegkeek. Hierdoor was de habituatietijd mogelijk onvoldoende lang om de statistische relatie in de reeksen te registreren en vervolgens onbewust een verschil tussen de random en statische reeksen te ontdekken. Posthoc analyses lieten echter zien dat er geen relatie was tussen de habituatieduur en de mate van verschil in kijktijd tussen de statistische en random reeksen. Er werd wel een verband gevonden tussen de habituatieduur in conditie 6 en conditie 10. Dit betekent dat de kinderen die in conditie 6 langer keken dat ook hebben gedaan in conditie 10. Het verschil in habituatietijd is dus geen juiste verklaring.

De verwachting binnen dit onderzoek was dat kinderen de statistische relatie tussen paren het makkelijkst zouden ontdekken in conditie 10. Het verschil in kijktijd tussen de statistische en random reeksen bleek echter onafhankelijk van de conditie. Uit de gemiddelde kijktijden bleek wel dat de resultaten in conditie 6 meer in de lijn der verwachting lagen dan in conditie 10. Een verklaring voor dit resultaat is mogelijk te vinden in de habituatiefase. De maximale duur van een reeks was voor beide condities even lang, beide maximaal 67 seconden bestaande uit 30 figuren. Conditie 10 bestond uit vijf paren en conditie 6 uit 3 paren. Het aantal keer waarin een paar voorkwam in een reeks lag hierdoor in conditie 6 hoger dan in conditie 10. De kans om de statistische relatie te ontdekken was hierdoor mogelijk groter in conditie 6 dan in conditie 10. Een tweede verklaring is dat een conditie bestaande uit minder

figuren beter te verwerken is, omdat de hoeveelheid informatie dat in het korte termijn geheugen moet worden opgeslagen minder omvangrijk is (Bulf et al., 2011) Ondanks dat de resultaten van het onderzoek niet ondersteunend zijn aan de verwachtingen over de invloed van de conditie, kwamen deze wel overeen met eerdere onderzoeken. De resultaten van de onderzoeken van Hoefmans en Hermens (2103) en Koenen en Elbertsen (2014) leken erop te wijzen dat de conditie met het minst aantal figuren het moeilijkst zou zijn, zij vonden alleen significante resultaten in de high condition (hier conditie 6). In beide onderzoeken werd echter net als in het huidige onderzoek geen interactie-effect gevonden tussen de condities en het verschil in kijktijd. Deze resultaten kwamen dus overeen.

Sterke punten binnen het onderzoek waren dat het doorklikken bij het wegstijgen van de participanten blind werd beoordeeld. De onderzoekers konden niet zien of de participant naar statistische reeksen of naar de random reeksen aan het kijken was, dit heeft voorkomen dat resultaten werden beïnvloed. Tevens was het experiment waarmee visueel statistisch leren werd gemeten volledig gestandaardiseerd. Hierdoor werd visueel statistisch leren bij iedere participant op dezelfde manier gemeten. Daarnaast werden de condities gerandomiseerd aangeboden aan de participanten, dit voorkwam een volgorde effect in de resultaten.

Een eerste beperking binnen het huidige onderzoek was de omvang van de steekproef. Het aantal participanten in de doelgroepen lag tussen de 10 en 13. Door deze relatief kleine groepen was de kans kleiner dat een significant resultaat gevonden werd. Een tweede beperking is dat de eye-tracker het wegstijgen van de participant niet nauwkeurig genoeg kon registreren. Wanneer het hoofd van de participant gericht was op het scherm, maar de ogen naar iets keken dat zich buiten het scherm bevond werd dit niet geregistreerd door de eye-tracker. Om deze tekortkoming in de studieopzet te ondervangen is vooraf de keuze gemaakt om hiervoor een controle in te bouwen. Een andere onderzoeker heeft de kijkrichting van de participant geobserveerd en gaf een signaal wanneer doorgedrukt moest worden. Tot slot was het een beperking dat het witte scherm er niet bij alle kinderen voor zorgde dat de aandacht voor de stimulus weer werd hersteld. Doordat bij het doorklikken de volgende reeks al wel werd gestart heeft dit mogelijk de resultaten beïnvloed.

Het is van belang dat in vervolgonderzoek het meetinstrument een aanpassing ondergaat waardoor het wegstijgen beter geregistreerd wordt. In onderzoek van Jeste et al. (2015) werd de kijktijd geregistreerd middels een EEG. Dit zorgt voor een nauwkeurige registratie van de kijktijd. Tevens dient in vervolgonderzoek gekeken te worden of bij het begin van een nieuwe reeks iets anders dan een wit scherm er voor kan zorgen dat het kind weer de aandacht heeft voor de stimulus. Mogelijk kan een opdracht worden verzonden

waarmee de aandacht weer naar het scherm gaat zonder dat hierbij het proces van visueel statistisch leren beïnvloed wordt. Een andere mogelijkheid is dat de testfase gepauzeerd wordt en wordt hervat wanneer de aandacht van de participant is hersteld of dat de reeksen in de testfase alleen worden meegenomen in de analyses wanneer wordt voldaan aan een minimum kijktijd.

Door het ontbreken van significant resultaat voor verschil in kijktijd tussen statistische en random reeksen in de condities kan de vraag of de lengte van de stimulusset van invloed is op visueel statistisch leren bij kinderen niet worden beantwoord. De gemiddelde kijktijden lieten wel verschillen zien tussen statistische en random reeksen voor de verschillende doelgroepen, maar deze waren niet significant. Wanneer het experiment wordt verbeterd, door het wegstijgen van de participant nauwkeuriger te registreren en een oplossing te vinden voor het herstellen van de aandacht op de stimulus, kan vervolg onderzoek mogelijk uitwijzen wat de invloed van stimulusset is op het vermogen tot visueel statistisch leren bij kinderen met een typische en atypische ontwikkeling.

## Referenties

- Allen, P., & Bennett, K. (2012). *SPSS Statistics, a practical guide (version 20)*. Melbourne: Cengage.
- Bulf, H., Johnson, S. P., & Valenza, E. (2011). Visual statistical learning in the newborn infant. *Cognition, 121*, 127-132. doi:10.1016/j.cognition.2011.06.010
- Clark, A. (2013). Whatever next? Predictive brains, situated agents, and the future of cognitive science. *Behavioral and Brain Sciences, 36*, 181-253. doi:10.1017/S0140525X12000477
- Fisher, J., & Aslin, R. N. (2001). Unsupervised statistical learning of higher-order spatial structures from visual scenes. *Psychological science, 12*, 499-504. doi:10.1111/1467-9280.00392
- Fisher, J., & Aslin, R.N. (2002). Statistical learning of higher-order temporal structure from visual shape-sequences. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 28*, 458-467. doi:10.1037//0278-7393.28.3.458
- Fisher, J., & Aslin, R.N. (2002). Statistical learning of new visual feature combinations by infants. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 99*, 15822-15826. doi:10.1073/pnas.232472899
- Fisher, J., & Aslin, R.N. (2005). Encoding multielement scenes: statistical learning of visual feature hierarchies. *Journal of Experimental Psychology: General, 134*, 521-537
- Gangopadhyay, N., & Schilbach, L. (2012). Seeing minds: A neurophilosophical investigation of the role of perception-action in social perception. *Social Neuroscience, 7*, 410-423. doi:10.1080/17470919.2011.633754
- Gibson, E. J., & Pick, A. D. (2000). *Perceptual learning and development: An ecological approach*. New York: Oxford University Press.
- Gogate, L.J., & Hollich, G. (2010). Invariance detection within an interactive system: A perceptual gateway to language development. *Psychological Review, 2*, 496-516. doi:10.1037/a0019049.
- Hellendoorn, A., Langstraat, I., Wijnroks, L., Buitelaar, J.K., van Daalen, E., & Leseman, P.M.P. (2014) The relationship between atypical visual processing and social skills in young children with autism. *Research in Developmental Disabilities, 35*, 423-428. doi:10.1016/j.ridd.2013.11.012
- Hellendoorn, A., Wijnroks, L., & Leseman, P. (2015). Unraveling the nature of autism: finding order amid change. *Frontiers Psychology, 6*. doi:10.3389/fpsyg.2015.00359

- Jeste, S.S., Kirkham, N., Senturk, D., Hasenstab, K., Suger, C., Kupelian, C., ... Johnson, S.P. (2015). Electrophysiological evidence of heterogeneity in visual statistical learning in young children with ASD. *Developmental Science*, *18*, 90-105.  
doi:10.1111/desc.12188
- Hoefmans, L.C.L.M. & Hermens, M. (2013). *Visueel statistisch leren bij kinderen met een verstandelijke beperking* (Masterthesis). Verkrijgbaar bij Igitur-archive library Universiteit Utrecht
- Kim, R., Seitz, A., Feenstra, H., & Shams, L. (2009). Testing assumptions of statistical learning: Is it long-term and implicit? *Neuroscience Letters*, *461*, 145-149.  
doi:10.1016/j.neulet.2009.06.030
- Koenen, M., & Elbertsen, W. (2014). *Kunnen mensen met een verstandelijke beperking visueel statistisch leren?* (Masterthesis). Verkrijgbaar bij Igitur-archive library Universiteit Utrecht
- Mottron, L., Dawson, M., Soulières, I., Hubert, B., & Burack, J. (2006). Enhanced perceptual functioning in autism: An update and eight principles of autistic perception. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *38*, 27-43. doi:10.1007/s10803-005-0040-7
- Mottron, L., Mineau, S., Martel, G., St-Charles Bernier, C., Berthiaume, C., Dawson, M., Lemay, M., Palardy, S., Charman, T., & Faubert, J. (2007) Lateral glances toward moving stimuli among toddlers with autism: Early evidence of locally oriented perception? *Development and Psychopathology*, *19*, 23-36.  
doi:10.1017/S0954579407070022
- Saffran, J. R., Aslin, R. N., & Newport, E. L. (1996). Statistical Learning by 8-Month-Old Infants. *Science*, *274*, 1926-1928. doi:10.1126/science.274.5294.1926
- Saffran, J. R., & Wilson, D. P. (2003). Multilevel Statistical Learning by 12-Month-Old Infants. *Infancy*, *4*, 273-284. doi:10.1207/S15327078IN0402\_07
- Scott-Van Zeeland, A.A., McNealy, K., Wang, A.T., Sigman, M., Bookheimer, S.Y., & Dapretto, M. (2010). No neural evidence of statistical learning during exposure to artificial languages in children with autism spectrum disorders. *Society of Biological Psychiatry*, *68*, 345-351. doi:10.1016/j.biopsych.2010.01.011
- Turk-Browne, N.B., Jungé, J.A., & Scholl, B.J. (2005). The automaticity of visual statistical learning. *Journal of Experimental Psychology*, *134*, 552-564. doi:10.1037/0096-3445.134.4.552.
- Vlamings, P.H.J.M., Jonkman, L.M., van Daalen, E., van der Gaag, R.J. & Kemner, C. (2010)

Basis abnormalities in visuel processing affect face processing at an early age in autism spectrum disorder. *Society of Biological Psychiatry*, 68, 1107-1113.

doi:10.1016/j.biopsych.2010.06.024

Zwaigenbaum, L., Bryson, S., Rogers, T., Roberts, W., Brian, J., & Szatmari, P. (2005).

Behavioral manifestations of autism in the first year of life. *International Journal of Developmental Neuroscience*, 23, 143-152. doi:10.1016/j.ijdevneu.2004.05.001