Master thesis

Rekenprestaties van leerlingen met een kleurzienstoornis in het basisonderwijs

ICT & Cognition

Jasper Rietman (4265521)

Educational Sciences

Universiteit Utrecht

Begeleider: Arjan van Tilborg

Tweede beoordelaar: Moniek Schaars

Datum: 19-6-2019

Aantal woorden: 6.607

Abstract

In het onderwijs wordt vandaag de dag veel rekening gehouden met de verschillen tussen leerlingen. Voor kinderen met een kleurzienstoornis mist deze extra aandacht echter. Eén op de twaalf jongens heeft een vorm van een kleurzienstoornis, wat moeite met het zien en koppelen van kleuren inhoudt. Schoolboeken bevatten vaak kleur wat voor kinderen met een kleurzienstoornis op school kan leiden tot problemen met het maken van taken met kleur. In dit onderzoek is gekeken naar de invloed van kleurgebruik in rekensommen op de rekenprestaties van kleurenblinde kinderen in de leeftijd van acht tot en met twaalf jaar. Een Richmond HRR test is gebruikt om het type en gradatie van de kleurzienstoornis vast te stellen. Om de rekenprestaties te meten is een rekentest gebruikt waarbij de rekenvragen afkomstig zijn uit bestaande rekenmethodes. Alle gebruikte vragen bevatten kleur. Zowel kinderen met als zonder een kleurzienstoornis hebben de rekentest gemaakt. Hieruit bleek dat kinderen met een kleurzienstoornis significant meer fouten maken dan normaal kleurenziende kinderen. Ook tussen de verschillende gradaties bleken significante verschillen zichtbaar, wat aantoont dat kinderen met een kleurzienstoornis lagere prestaties vertonen op rekensommen met kleur dan kinderen zonder kleurzienstoornis.

Keywords: kleurenblind, kleurzienstoornis, rekensommen, kleur, basisschool, rekenprestaties, Richmond HRR.

Rekenprestaties van Leerlingen met een Kleurzienstoornis in het Basisonderwijs

Sinds 2014 is in Nederland het passend onderwijs opgezet (Smeets, Ledoux, Regtvoort, Felix, & Lous, 2015). Deze vorm van onderwijs moet ervoor zorgen dat, door vanuit scholen extra hulp te bieden, elk kind het beste uit zichzelf haalt. Wanneer een leerling extra aandacht nodig heeft, dient de school dit te ondersteunen (De Boer & Munde, 2015; “Doelen passend onderwijs”, z.d.; Smeets et al., 2015). Dit geldt bijvoorbeeld voor leerlingen met dyslexie, dyscalculie en programma’s gericht op gedragsproblemen (Smeets et al., 2015; “Verantwoordelijkheid van scholen in passend onderwijs”, z.d.). In de klassen zijn verschillende manieren zichtbaar om aan de verschillen tussen leerlingen tegemoet te komen. Leerkrachten hebben bijvoorbeeld te maken met cognitieve niveauverschillen en differentiëren daarom op verschillende manieren tijdens instructie (Tomlinson, 2003). Daarnaast houden lesmethodes ook rekening met de verschillende niveaugroepen door op andere niveaus opdrachten beschikbaar te stellen. Ook zijn er lettertypen beschikbaar die beter leesbaar zijn voor kinderen met dyslexie (Rello & Baeza-Yates, 2013).

Ondanks de vele aandacht voor de vele verschillen tussen leerlingen, mist er iets. Als kleurenblinde is het moeilijk om sommige kleuren van elkaar te onderscheiden (Gaggi & Ciman, 2016). Dit leidt voor een kleurenblinde op school tot moeilijkheden om de verschillende kleuren in lesboeken te onderscheiden. Ongeveer één op de 12 jongens heeft een vorm van een kleurenblindheid (Ananto, Sair & Harwahyu, 2011; Brown & Lindsey, 2004; Simunovic, 2010; Suero et al., 2004), wat betekent dat in elke klas een kleurenblinde leerling zou kunnen zitten. Deze prevalentie komt overeen met de 2-10% waarin dyslexie voorkomt op de basisschool (Blomert, 2005; Ghesquière, Boets, Gadeyne, & Vandewalle, 2010). Veel kleuren zijn voor kleurenblinden niet goed te onderscheiden of zelfs waar te nemen. De mogelijkheid bestaat hierdoor dat fouten gemaakt worden omwille van het kleurgebruik en niet zozeer de bevraagde stof (Uvijls, 1998). Daarnaast mist speciale

aandacht voor kleurenblinde leerlingen vanuit de lesmethodes om deze groep leerlingen passend te begeleiden. Ook kunnen onder (kleurenblinde) leerkrachten dezelfde problemen worden ervaren.

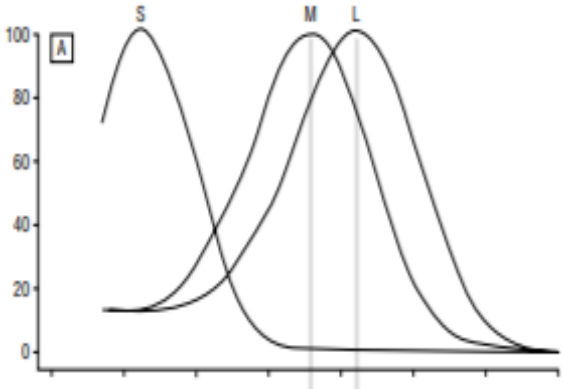
Eén van de weinige onderzoeken naar de effecten van kleurenblindheid op het leren, door Suero et al. (2004), liet zien dat kleurenblinde leerlingen, van 4 en 5 jaar oud, minder goed presteren in onderwijstaken waar kleur onderscheiden moest worden, dan leerlingen met een normaal kleurenzien. Ook onderzoeken onder jongens van 10 tot 15 jaar (Gallo, Panza, & Viviani, 1998) en onder Amerikaanse mannelijke studenten (Lorenz & McLure, 1935), lieten lagere algemene prestaties zien - waaronder bij rekenonderwijs - voor kleurenblinden. Dit was in het onderzoek van Lorenz en McLure (1935) opvallend, aangezien de (kleine) groep kleurenblinde studenten een hogere intelligentiescore had dan de niet kleurenblinde studenten. Onderzoek van Lampe, Doster en Beal (1973) liet voor verschillende taalonderdelen geen verschil zien tussen jonge kleurenblinde en niet kleurenblinde kinderen. Naast de lagere prestaties kan kleurenblindheid ook consequenties hebben voor de sociaal-emotionele status van een kleurenblinde wanneer de omgeving niet weet dat een leerling kleurenblind is. Zo noemt Snyder (1973) angst en het gevoel om anders te zijn psychologische gevolgen van zijn kleurenblindheid.

Het uiteindelijke doel van het huidige onderzoek is om er achter te komen of kleurgebruik in rekenopgaven van invloed is op de prestaties van kleurenblinde leerlingen. In rekenopgaven wordt namelijk vaak kleur gebruikt. Denk hierbij aan opdrachten waar legenda’s, grafieken en diagrammen moeten worden afgelezen en opdrachten waarbij wordt gevraagd de antwoorden met een bepaalde kleur te markeren. Om dit te kunnen onderzoeken zullen de prestaties van zowel kleurenblinde als niet kleurenblinde leerlingen worden vergeleken. Huidig onderzoek zal hierbij een bijdrage leveren aan de beperkte wetenschappelijke onderzoeken rondom kleurenblindheid, waarbij nu specifiek gekeken gaat

worden naar rekenopgaven met kleur bij kinderen van 8 tot 12 jaar, wat nog niet eerder is gedaan. Omdat opdrachten met kleur veelvuldig gebruikt worden in bijvoorbeeld lesmethodes (Cole, 2004; Gill, 1999) kan dit onderzoek tevens gevolgen hebben voor het ontwerpen van lesmethodes, wanneer blijkt dat kleurenblinde leerlingen hier minder op presteren dan niet kleurenblinde kinderen. Mogelijk leidt dit onderzoek tot een grotere bewustwording en aanpassing in het kleurgebruik bij het ontwerpen van lesmethodes.

Kleurzienstoornis

Een persoon met een standaard kleurenzicht, een trichromaat, kan elke gegeven kleur koppelen aan een vorm van de drie primaire kleuren: blauw, geel en rood (Simunovic, 2010; Suero et al., 2004). Om kleuren te kunnen waarnemen hebben mensen rode, groene en blauwe kegeltjes in hun oog (Simunovic, 2010). Deze kegeltjes zijn ook wel bekend als respectievelijk *Long-*, *Medium-*, en *Short-*golflengte gevoelige kegeltjes (Neitz & Neitz, 2000). Die kegeltjes overlappen elkaar in het kleurenspectrum, zie Figuur 1, en combineren samen de lichtgolven (Neitz & Neitz, 2000; Sharpe et al., 1999; Simunovic, 2010), waarmee zes miljoen kleuren onderscheiden kunnen worden (Oudenampsen & Flikweert, 2010).



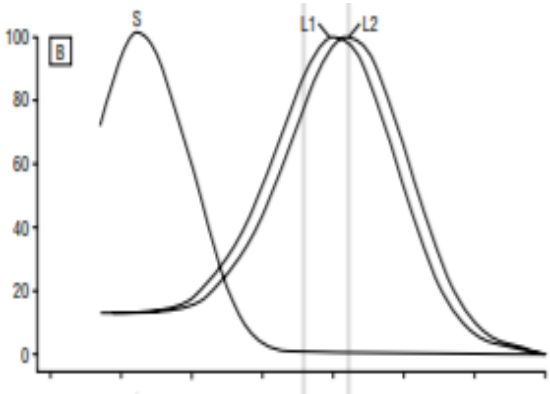
Figuur 1 Gevoeligheid spectrum voor de drie kegeltjes. De S-kegels hebben een piek gevoeligheid op 419nm, de M-kegels hebben een piek gevoeligheid op 531nm en de L-kegels hebben een piek gevoeligheid op 558nm. Verkregen van “Molecular genetics of color vision and color vision defects,” van M. Neitz en J. Neitz, 2000, *Archives of Ophthalmology, 118,* p. 693.

Bij kleurenblinde mensen functioneren de kegeltjes niet goed, waardoor het kleuronderscheidend vermogen voor hen minder wordt (Simunovic, 2010). De term kleurenblindheid zorgt echter voor verwarring, omdat de meeste kleurenblinde mensen wel kleuren kunnen zien (Oudenampsen & Flikweert, 2010). Mensen zijn immers niet altijd blind voor een kleur. Vaak wordt er dan ook gesproken over een kleurzienstoornis, ook wel

daltonisme. Een kleurzienstoornis wordt door Gaggi en Ciman (2016) gedefinieerd als het onvermogen, of smalle vermogen, om kleuren te zien of verschillen tussen kleuren waar te nemen. Dit leidt tot de onmogelijkheid voor de persoon om twee kleuren te onderscheiden (zoals oranje en groen) en om de juiste kleur aan iets te koppelen.

Ongeveer 8% van de mannen en 0.5% van de vrouwen heeft last van een kleurzienstoornis (Ananto, Sair & Harwahyu, 2011; Brown & Lindsey, 2004; Simunovic, 2010; Suero et al., 2004). Hieronder vallen verschillende soorten, die vaak geclassificeerd worden naar hun hevigheid (Simunovic, 2010). Het gaat dan om anomale trichromatopsie, dichromatopsie en monochromatopsie (Sharpe et al., 1999; Simunovic, 2010; Neitz & Neitz, 2000).

Anomale trichromatopsie is de mildste vorm van een kleurzienstoornis waarbij het kleurenspectrum van een kegeltje naar dat van een ander kegeltje is toegeschoven, waardoor afwijkende kleurencombinaties kunnen worden gemaakt (Simunovic, 2010). Anomale trichromatopsie kan worden onderverdeeld in protanomalie (betreft de L- kegeltjes), te zien in Figuur 2, deuteranomalie (betreft de M-kegeltjes), en tritanomalie (betreft de S-kegeltjes) (Simunovic, 2010). Over het algemeen komen aangeboren tritan stoornissen nauwelijks voor. Wanneer ze wel voorkomen is dit vaak in combinatie met deutan defecten (Sharpe et al., 1999). Bijna tweederde van de mensen met anomale trichromatopsie hebben in het dagelijks leven problemen met taken die kleuren omvatten (Steward & Cole, 1989).



Figuur 2. Protanomalie, een vorm van anomalie trichromatopsie, zorgt voor de verschuiving van de L- Kegel. Verkregen van “Molecular genetics of color vision and color vision defects,” van M. Neitz en J. Neitz, 2000, *Archives of Ophthalmology, 118,* p. 693.

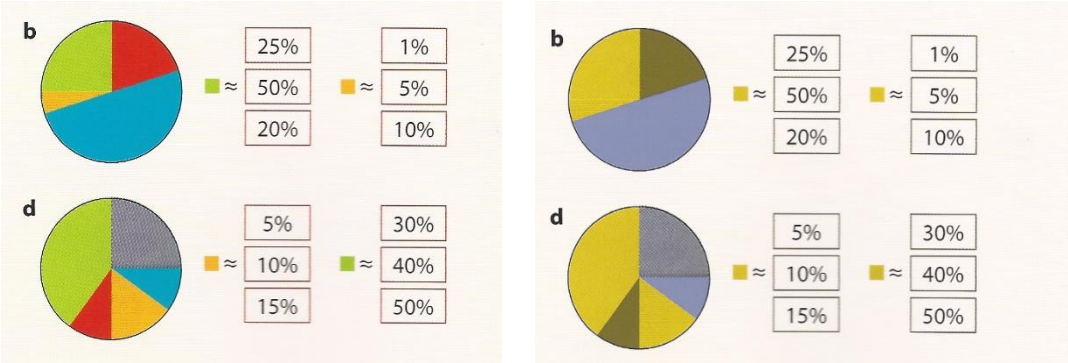
Dichromatopsie, een zwaardere vorm van een kleurzienstoornis, is een vorm waarbij één van de soorten kegeltjes geheel ongevoelig is (Simunovic, 2010). Dichromatopsie omvat de types protanopie (niet functionerende L-kegeltjes), deuteranopie (niet functionerende M-kegeltjes), zie Figuur 3, en tritanopie (niet functionerende S- kegeltjes). Ongeveer 90% van de dichromaten heeft dagelijks moeilijkheden met taken die kleur omvatten (Steward & Cole, 1989). De term rood-groen kleurzienstoornis is een overkoepelende term, die vaak wordt gebruikt voor protanomalie, protanopie, deuteranomalie en deuteranopie (Simunovic, 2010). Wanneer in huidig onderzoek over een rood-groen kleurzienstoornis gesproken wordt, zal dit ook de hierboven beschreven types omvatten.

Figuur 3. Deuteranopie, een vorm van dichromatopsie, zorgt de afwezigheid van de M- Kegel. Verkregen van “Molecular genetics of color vision and color vision defects,” van M. Neitz en J. Neitz, 2000, *Archives of Ophthalmology, 118,* p. 693.

Monochromatopsie, de zwaarste vorm van een kleurzienstoornis, is zeer zeldzaam. Hierbij is maar één van de soorten kegeltjes werkzaam, waarbij geen onderscheid tussen kleuren gemaakt kan worden (Simunovic, 2010). Een nog zeldzamere vorm is achromatopsie, waarbij enkel zwart-wit tinten worden waargenomen (Suero et al., 2004). Achromatopsie komt voor bij .003% van de bevolking en is daarmee zeer zeldzaam (de Boer, 2013; Sharpe, Stockman, Jagle, & Nathans, 1999). Deze laatste variant kan ook wel gezien worden als het echte kleurenblind.

Problemen met een kleurzienstoornis. Wanneer kleuren niet goed van elkaar onderscheiden kunnen worden, kan dit serieuze problemen met zich meebrengen. Denk hierbij aan het gebruik van gekleurde signalen in het verkeer, beschrijvingen van medicijnen, aan- en uitknoppen van machines of gevaarsignalen op controlepanelen (Oudenampsen &

Flikweert, 2010; Steward & Cole, 1989). De Boer (2013) spreekt daarnaast over 130-150 beroepen - waarbij gedacht kan worden aan piloten, treinmachinisten, scheikundigen, militairen en vleesinspecteuren - waarbij perfect kleurzien is vereist of kleurgebruik mogelijk een probleem kan opleveren. Daarnaast kunnen kleuren voor mensen met een kleurzienstoornis ook in het dagelijks gebruik en op school voor onzekerheid, verwarring (Ananto, Sair, & Harwahyu, 2011; Steward & Cole, 1989) en angst (Snyder, 1973) zorgen. Het gebruik van kleur is tevens een krachtige manier om in de media een boodschap over te brengen. Mensen met een kleurzienstoornis kunnen hier echter niet volledig van profiteren, wat voor zowel de boodschapper als ontvanger een probleem is (Noothoven van Goor, Walraven, Molenbroek, & van Eijk, 2014). Voorbeelden van problemen op school zijn het lezen van kaarten in een atlas, grafieken en tabellen met kleurgebruik in schoolboeken of de lijnen in een gymzaal (Noothoven van Goor et al., 2014). Het gebruik van kleuren in lesboeken en door leerkrachten wordt gebruikt als didactische tool (Cole, 2004) en gebeurt vaak voor visuele ondersteuning voor alledaagse concepten, objecten of woordenschat (Gill, 1999), wat door mensen met een kleurzienstoornis niet altijd begrepen wordt (Noothoven van Goor et al., 2014). In Figuur 4 is een rekenopgave te zien, zoals deze voor iemand met een kleurzienstoornis te zien is. Hierbij is de rechter afbeelding een simulatie van een kleurzienstoornis, waarbij het rode kegeltje niet functioneert. Voor deze simulatie is gebruik gemaakt van de Color Blindness Simulator (Matthew Wickline, z.d.).



Figuur 4. Rekenopgave met kleurensimulatie van protanopie. Rekensom verkregen uit “Wereld in Getallen” van Malmberg, *Rekenboek 7b*, blz. 29.

Gevolgen voor onderwijs. Veel concrete hulpmiddelen blijken, evenals een effectieve behandeling, voor mensen met een kleurzienstoornis niet voor handen (Simunovic, 2010). Noothoven van Goor et al. (2014) noemen een aantal punten waarmee in het ontwerp van materialen met kleur rekening gehouden dient te worden voor mensen met een kleurzienstoornis. Zo moeten er toereikende middelen zijn om een visualisering te maken van hoe iemand met een kleurzienstoornis het materiaal ziet. Ook zijn kennis en vaardigheden bij ontwerpers belangrijk om 'kleurenblind-*proof*' oplossingen te maken. Dit punt hangt sterk samen met het belang van het bewustmaken van het probleem bij mensen die materiaal met kleur ontwerpen (Noothoven van Goor et al., 2014). Voor het gebruiken van kleur geeft Murch (1984) een aantal richtlijnen. Zo is het voor mensen met een kleurzienstoornis belangrijk om verschillende kleuren te gebruiken, waarbij minimaal twee van de drie kleuren worden aangepast. Wanneer bij het mengen van kleuren bijvoorbeeld alleen rood verandert en de overige kleuren constant blijven zal dit voor problemen zorgen bij mensen met een kleurzienstoornis (Murch, 1984).

Voor de basisschool zijn nauwelijks middelen beschikbaar die helpend zijn voor mensen met een kleurzienstoornis. Een van de weinige voorbeelden van hulpmiddelen zijn de Entree- en Cito-toetsen, die speciale (zwart-wit) uitgaven hebben voor kleurenblinde leerlingen (Cito, 2016; Klaver, 2007). Klaver (2007) geeft daarnaast een aantal handreikingen om rekening te houden met mensen met een kleurzienstoornis. Zo helpt het om kleuren niet alleen te benoemen, maar ze ook aan te wijzen; zorg voor hulp voor leerlingen met een kleurzienstoornis; en zorg voor een goed contrast tussen voor- en achtergrond. Hierdoor weten de leerlingen om welke kleur het gaat, ook wanneer ze deze kleur zelf niet zouden zien (Uvijls, 1998).

Veel lesmethodes gebruiken kleur in hun les- en werkboeken, maar houden er weinig rekening mee. Het kleurgebruik gebeurt vaak voor visuele ondersteuning voor alledaagse

concepten en objecten (Gill, 1999; Murch, 1984) en wordt gebruikt om informatie gegroepeerd met kleur weer te geven (Cole, 2004). Ook worden kleuren gebruikt om materiaal aantrekkelijker te maken (van Zanten, 2017). Naast de aantrekkelijke, vrolijke en leuke uitstraling dat kleurgebruik bijvoorbeeld in de rekenmethode Rekentijger van uitgeverij Zwijsen heeft, kunnen de kleuren ook functioneel zijn. Dit zijn opdrachten die in een zwart-wit variant niet aangeboden hadden kunnen worden ([Methode Rekentijger], z.d.). Deze volgens Murch (1984) kwalitatieve manier van kleur gebruiken kenmerkt zich om verschillen te kunnen onderscheiden door middel van kleur, iets wat in rekenmethodes veel voorkomt (Cole, 2004).

Huidig onderzoek

Kinderen met een kleurzienstoornis kunnen problemen ervaren in het onderwijs, omdat veel gebruik wordt gemaakt van kleur. Binnen rekenopgaven speelt dit kleurgebruik ook een rol. Om te kijken of de problemen ook tot gevolg hebben dat de resultaten van kinderen met een kleurzienstoornis minder zijn op gekleurde rekenopgaven, zal in huidig onderzoek gekeken worden of leerlingen met een kleurzienstoornis minder presteren op rekenopgaven met kleur, dan leerlingen met een normaal kleurenzien. Gezien de lage prevalentie is gekozen voor een leeftijdsrange van 8 tot 12 jaar, om zo aan voldoende deelnemers te voldoen. In huidig onderzoek zal de onderzoeksvraag "*Wat is de invloed van kleurgebruik in rekensommen op de rekenprestaties van kinderen met een kleurzienstoornis ten opzichte van kinderen met een normaal kleurenzien in het basisonderwijs?*" worden onderzocht. De verwachting is dat kinderen met een kleurzienstoornis lager scoren op de rekensommen met kleur dan de normaal kleurenziende kinderen, omdat eerder onderzoek naar de leerprestaties van kleurenblinde kinderen problemen voor deze groep heeft aangetoond (Gallo, Panza, & Viviani, 1998; Lorenz, & McLure, 1935; Suero et al., 2004). Dit

komt omdat leerlingen in opgaven met kleur, kleuren moeten koppelen aan elkaar en hier hebben kinderen met een kleurzienstoornis moeite mee (Gaggi & Ciman, 2016).

Methode

Design

In dit kwantitatieve onderzoek is middels een rekentest een verschil tussen kinderen met een kleurzienstoornis en kinderen met een normaal kleurenzien aangetoond op de resultaten van gekleurde rekenopgaven. In dit experimentele onderzoek zijn de resultaten van de twee groepen middels veldonderzoek vastgesteld.

Deelnemers

De 44 deelnemers van huidig onderzoek zijn kinderen uit heel Nederland, zijn 8 tot 12 jaar oud (M_{leeftijd} = 127.73, *SD* = 16.89) en zitten op de basisschool. Als inclusiecriterium is gesteld dat de kinderen een normale of gecorrigeerde visus moeten hebben. Vanwege de specifieke onderzoeksgroep is er geen gebruik gemaakt van een power analyse om te berekenen hoeveel participanten er nodig zouden zijn. Voor een groot verwacht effect (d = .8) blijkt - uit een a priori power analyse – voor een power van 95% bij een α van .05, tweezijdig, 84 het minimaal vereiste aantal deelnemers. (GPower: Faul, Erdfelder, Buchner, & Lang, 2009).

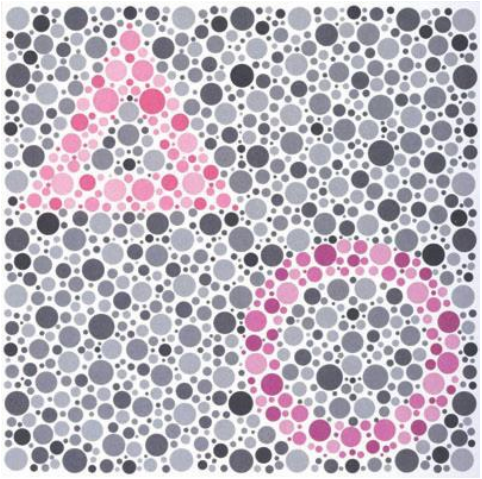
Voor de groep kinderen met een kleurzienstoornis zijn 22 (M_{leeftijd} = 127.50, *SD* = 16.85) kinderen, 19 jongens en 3 meisjes, bereid gevonden deel te nemen aan het onderzoek. De kleurzienstoornis werd in eerste instantie door ouders aangegeven. Middels een Richmond Hardy, Rand en Rittler [HRR] test (zie materialen) werd voor dit onderzoek gecontroleerd of de kinderen daadwerkelijk een (type en gradatie van een) kleurzienstoornis hebben. Dit bleek voor het type protan: n = 12; deutan: n = 8; en (een combinatie met) tritan: n = 2. Voor de gradatie was mild: n = 1; medium: n = 5; en strong: n = 16. Vanwege het lage aantal kinderen met een milde kleurzienstoornis, is besloten de milde en medium gradatie samen te voegen

onder medium met n = 6. De kinderen zijn geworven via scholen en verschillende online oproepen op onder andere social media.

Voor de controlegroep werden 22 (M_{leeftijd}= 127.95, SD = 17.33) kinderen, 19 jongens en 3 meisjes, met een normaal kleurenzien bereid gevonden deel te nemen aan het onderzoek wat middels een Richmond HRR test is gecontroleerd. De kinderen zijn afkomstig van een basisschool in de omgeving van Utrecht. De controlegroep is gevormd aan de hand van het gerandomiseerd matchen aan een kind met een kleurzienstoornis, gebaseerd op geslacht en leeftijd, om zo twee vergelijkbare groepen te creëren. Het rekenniveau van de controlegroep was niet noodzakelijk om te weten, aangezien de rekentest vragen bevat die op het niveau van het jongst deelnemende kind (groep 5) werd aangeboden en daardoor foutloos gemaakt moest kunnen worden door iedere deelnemer. Zodoende kon worden bepaald of de kleurzienstoornis de veroorzaker was van de gemaakte rekenfouten.

Materialen

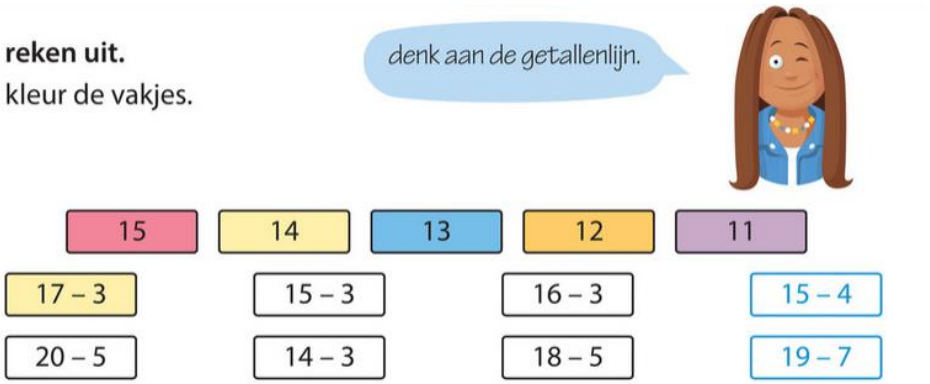
Type en gradatie kleurzienstoornis. Het type en de gradatie van de kleurzienstoornis werd gemeten door middel van een Richmond HRR test (Cole, Lian, & Lakkis, 2006). Dit werd gedaan om, naast het detecteren van een kleurzienstoornis, een mogelijke verklaring te geven voor eventuele verschillen tussen de kinderen met een kleurzienstoornis. De Richmond HRR test (Hardy, Rand, & Rittler, 2002) bestaat uit 24 platen waar één of twee symbolen (kruis, cirkel of driehoek) op worden weergegeven. In Figuur 5 is een voorbeeld van een plaat te zien. De test start met vier demonstratie platen, waar de kleuren en symbolen door mensen met en zonder kleurzienstoornis als hetzelfde worden gezien. Vervolgens werd middels de screening platen (plaat 5-



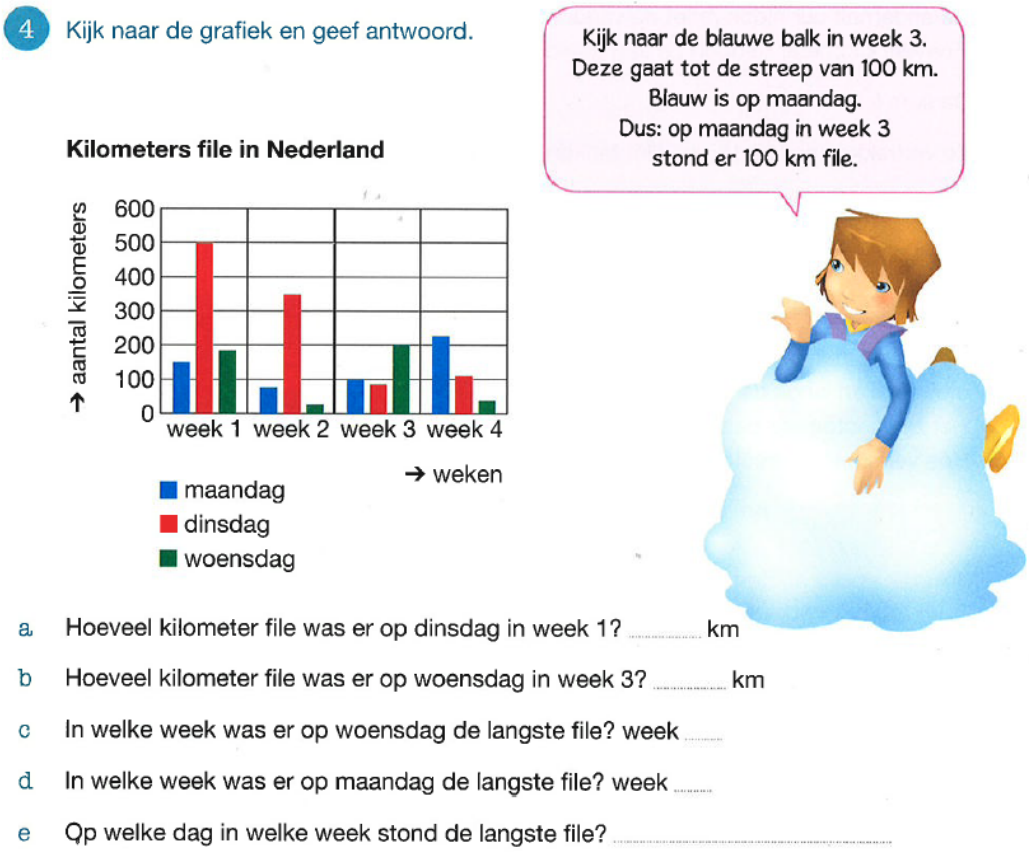
Figuur 5. Diagnostische plaat uit de Richmond HRR test, waar twee gekleurde symbolen op de achtergrond worden weergegeven. Verkregen van “The new Richmond HRR pseudoisochromatic test for colour vision is better than the Ishihara test,” van B.L. Cole, K-Y. Lian en C. Lakkis, 2006, *Clinical and Experimental Optometry*, *89*(2), p. 74.

10) het type (protan, deutan of tritan) vastgesteld. De platen 5 en 6 testen voor een blauw-geel (tritan) stoornis. De daarop volgende vier platen testen de aanwezigheid van een rood-groen (protan en deutan) stoornis. Per plaat kreeg elk kind drie seconden om te vertellen welke symbolen zijn afgebeeld. Een gemist of verkeerd benoemd symbool werd als fout gerekend. Wanneer één of meer fouten gemaakt zijn in de screening platen is sprake van een kleurzienstoornis. Als dit het geval was, werd middels platen 11-20 voor protan-deutan en platen 21-24 voor tritan de gradatie van de kleurzienstoornis bepaald. Hiervoor zijn drie verschillende gradaties: mild, medium en sterk. Voor de protan-deutan stoornis geldt dat de laatst gemaakte fout bepaalt wat de gradatie is. Wanneer bijvoorbeeld de laatste fout gemaakt wordt in de platen 11-15 en de platen 16-20 foutloos worden benoemd, is er sprake van een milde stoornis. Worden tot en met platen 19 en 20 fouten gemaakt, dan is de kleurzienstoornis sterk (Hardy, Rand, & Rittler, 2002). Cole, Lian en Lakkis (2006) hebben de Richmond HRR test gevalideerd ten opzichte van andere kleurzienstesten, waarbij in 86% van de metingen de juiste type kleurzienstoornis gedetecteerd kon worden met de Richmond HRR test. Hiermee kon worden gesteld dat de betrouwbaarheid van de Richmond HRR test goed is. Daarnaast is de test ook snel en eenvoudig te gebruiken (Foote, Neitz, & Neitz, 2014).

Rekenvaardigheid. De rekentest, zie Bijlage A, is samengesteld met rekensommen uit verschillende rekenmethodes. De negen sommen werden verkregen uit de les- en werkboeken voor leerjaar 3, 4 en 5 van de basisschool. Op deze manier bevat de rekentest sommen die op of onder het eigen rekenniveau van de kinderen van 8-12 jaar zijn. Hiermee werd er vanuit gegaan dat de gemaakte fouten enkel door de aanwezigheid van een kleurzienstoornis gemaakt werden. Alle opdrachten bevatten kleuren die nodig zijn bij het beantwoorden van de vragen. Hierbij moesten de kinderen zelf onderdelen inkleuren, of de kleur aflezen uit een afbeelding. Een voorbeeld van een ‘kleurvraag’ is te zien in Figuur 6, een voorbeeld van een ‘afleesvraag’ is te zien in Figuur 7.



Figuur 6. Voorbeeld van een vraag waarbij een kind zelf moet kleuren. Verkregen van "*Getal & Ruimte Junior. Leerwerkboek 3*", door Van Kelkhoven BNO, Groningen, z.d., p. 11. Copyright 2016 door Noordhoff Uitgevers.



Figuur 7. Voorbeeld van een vraag waarbij een kind kleuren moet aflezen. Verkregen van "*Rekenrijk. Werkboek 5*", door Terpstra, R. & de Vries, A., 2010,, p. 24. Copyright 2010 door Noordhoff Uitgevers.

De rekensommen beslaan verschillende rekendomeinen. Zo komen de rekensommen uit de domeinen *getallen*, *verhoudingen*, *meten en meetkunde* en *verbanden*. In Tabel 1 worden de verschillende toets onderdelen nader toegelicht.

Tabel 1
Beschrijving rekensommen uit rekentest.

Opdracht nr.	Onderdeel	Beschrijving
1[a]	Meten	Meet de stokjes en kleur deze met de corresponderende afmeting.
2[a]	Aftrekken	Geef de som dezelfde kleur als het goede antwoord.
3[a]	Optellen	Geef de som dezelfde kleur als het goede antwoord.
4[a]	Vermenigvuldigen	Reken de vermenigvuldigingen uit en geef de som met dezelfde uitkomst dezelfde kleur.
5[a]	Klokkijken	Geef de digitale tijd die past bij de klok dezelfde kleur.
6[a]	Getalbegrip	Geef het getal de juiste kleur op de plek van de getallenlijn.
7[b]	Getalbegrip	Koppel het getal aan de juiste kleur.
8[b]	Getalbegrip	Lees de gekleurde staafdiagram af en beantwoord de vragen.
9[b]	Getalbegrip	Lees de ingekleurde afvalkalender af en beantwoord de vragen.

[a] Deze vragen zijn ‘kleurvragen’. [b] Deze vragen zijn ‘afleesvragen’.

Middels een pilot bij 4 kinderen (M_{leeftijd} = 10.15) (M_{leeftijd} = 124.75, *SD* = 23.53), zonder kleurzienstoornis, is de betrouwbaarheid van de rekentest bepaald. Hiervoor is een Cronbach’s alfa gebruikt en bleek .77. Ondanks dat dit als geschikt gevonden kan worden voor onderzoek, zou de alfa verhogen naar .87 wanneer vraag 8 weggelaten zou worden uit de rekentest. Hierop is besloten vraag 8 niet mee te nemen in de analyses. De gemaakte rekentest is vervolgens door twee onafhankelijke personen zonder kleurzienstoornis nagekeken, om hieruit een interbeoordelaarsbetrouwbaarheid op te maken. Hierbij konden bij zeven vragen (1, 2, 4, 5, 7, 8, 9) maximaal vijf goede antwoorden worden gegeven, bij twee vragen (3 en 6) was dit maximaal tien. Beide beoordelaars beoordeelden alle rekentest vragen op eenzelfde

manier. Een Cohen's kappa die vervolgens is berekend vond een zeer hoge mate van interbeoordelaarsbetrouwbaarheid (*K* = 1.00).

Procedure

De testen werden individueel afgenomen en duurden 20-30 minuten. Dit gebeurde voor de kinderen met een kleurzienstoornis thuis of op hun eigen school. Wanneer de testen bij de participant thuis werden afgenomen was minimaal één van de ouders aanwezig, maar hadden geen actieve rol tijdens de afname van de testen. Voor de kinderen met normaal kleurenzien vond de test plaats op hun eigen school in de omgeving van Utrecht, vanwege praktische redenen. Voorafgaand aan het onderzoek hebben de ouders van de kinderen toestemming gegeven middels het tekenen van de toestemmingsbrief (zie Bijlage C en D).

De eerste test die werd afgenomen was Richmond HRR test. De HRR test moest worden afgenomen met een verlichting passend bij een C-illuminant, wat vergelijkbaar is met een lamp van ongeveer 6800 Kelvin of D65 kleurtemperatuur (Cole, Lian, & Lakkis, 2006). De kleurtemperatuur D65 komt sterk overeen met daglicht in Noord- en West-Europa (Lichtbron D65, z.d.), waardoor de test bij het raam met daglicht werd afgenomen. Voor een goede waarneming van kleuren is daglicht, of een benadering hiervan belangrijk (Hokwerda & Wouters, 2005). Daarom werden alle testen bij dezelfde verlichting afgenomen.

Nadat de Richmond HRR test is afgenomen kregen de kinderen negen rekenvragen, zie Bijlage A, waar kleur in is verwerkt. De rekenopgaven werden met de hardopdenkmethode, en zonder hulp van de onderzoeker, beantwoord. Voordat de kinderen aan de rekentest begonnen is gevraagd om middels hardopdenken tot het antwoord op de opgaven te komen. Door de kinderen tijdens de taak hun gedachten te laten verwoorden kon de onderliggende denkactiviteit of het proces vrijwel rechtstreeks worden afgeleid, waardoor direct duidelijk werd waarom eventuele fouten worden gemaakt (Schellings, 2012). Door te kiezen voor een hardopdenkmethode was een pre-rekentest, wat eventuele rekenachterstanden

kon opmerken, niet nodig. Wanneer tijdens de rekentest een niet kleur gerelateerde rekenfout gemaakt werd, werd dit middels de hardopdenkmethode opgemerkt. Dit kon als verklaring worden gebruikt bij afwijkende resultaten. De afname werd opgenomen. De gemaakte rekentesten zijn nagekeken door iemand zonder een kleurzienstoornis. Het volledige protocol is te vinden in Bijlage B.

Analyse

De gemaakte rekenopgaven zijn nagekeken waarbij het (totaal) aantal fouten is genoteerd. Hierbij zijn de resultaten van vraag 8 niet meegenomen. Zowel het gemiddelde aantal vragen goed, als de gemiddelden per vraag, van de kinderen zonder kleurzienstoornis zijn vergeleken met de resultaten van de kinderen met een kleurzienstoornis middels een *one sample t test*. Hierbij is gebruik gemaakt van een α van .05. De Shapiro-Wilk statistieken en een visuele inspectie van de plots laten zien dat de groep van participanten met een kleurzienstoornis normaal is verdeeld. De participanten zonder kleurzienstoornis zijn niet normaal verdeeld. Dit maakt voor de laatste groep echter niet uit, omdat voor deze groep een plafondeffect verwacht werd.

Vervolgens zijn, middels een ANCOVA, de testscores van de kinderen met en zonder een kleurzienstoornis nogmaals met elkaar vergeleken. De kinderen met een kleurzienstoornis zijn hierbij ingedeeld naar de gradatie van de kleurzienstoornis. Voor de ANCOVA is gebruik gemaakt van een α van .05. Ook is hierbij een Bonferroni uitgevoerd om de verschillen tussen de groepen te bepalen. De leeftijd van de kinderen is als covariaat meegenomen om zo te controleren voor het aantal fouten in de rekentest voor de instructieleeftijd van de kinderen. Bij het uitvoeren van de ANCOVA werd rekening gehouden met de bijbehorende assumpties. De Shapiro-Wilk test en histogrammen lieten zien dat de ANCOVA voorwaarde voor normaalverdeling, voor de groep zonder- en medium kleurzienstoornis is geschonden. Dit maakt echter niet uit, omdat het een specifieke en kleine steekproef betreft, en er een

plafondeffect werd verwacht. Voor de groep met een sterke kleurzienstoornis is de voorwaarde wel aangenomen. Scatterplots lieten zien dat de relatie tussen de covariaat (leeftijd) en de afhankelijke variabele (rekenscores) lineair was. Tot slot is de assumptie van een homogene regressie niet bedreigd en is de homogeniteit van variantie ondersteund vanwege de afwezigheid van een significante onafhankelijke-bij-covariaat-interactie, F (2, 38) = 1.98, p = .152.

Resultaten

De beschrijvende statistieken, samen met de resultaten, van de *one sample t*-toetsen zijn weergegeven in Tabel 2. Hierbij is gekeken naar de resultaten van de verschillende sommen in de rekentest voor zowel kinderen met een normaal kleurenzien als kinderen met een kleurzienstoornis.

Tabel 2

Beschrijvende statistieken van de rekentest en groepsverschillen tussen kinderen met een normaal kleurenzien en een kleurzienstoornis.

	Normaal kleurenzien (n = 22)			Kleurzienstoornis (n = 22)				
Som	*M*	*SD*	Range	*M*	*SD*	Range	*t*(21)	*d*
1	4.86	0.35	4-5	3.05	0.79	1-4	-10.84**	2.29
2	4.50	0.51	4-5	2.73	1.28	0-5	-6.50**	1.38
3	10.00	0.00	10-10	8.41	2.09	2-10	-3.59*	0.76
4	4.86	0.35	4-5	3.55	1.01	2-5	-6.10**	1.30
5	4.82	0.40	4-5	3.36	1.18	1-5	-5.80**	1.24
6	9.64	1.00	6-10	6.55	2.63	2-10	-5.52**	1.17
7	5.00	0.00	5-5	3.36	1.79	0-5	-4.29**	0.92
9	4.55	0.51	4-5	3.14	1.28	0-5	-5.05**[a]	1.13
Totaal	48.27	1.32	45-50	34.00	7.65	21-48	-8.75**	1.87

[a] t = 20.
* p < .01. ** p < .001.

Zoals te zien in Tabel 2, verschillen de totale rekenscores van de kinderen met- en zonder kleurzienstoornis significant van elkaar. Hierbij is het effect van kleurgebruik in de

rekensommen op de rekenprestaties van kinderen met een kleurzienstoornis zeer groot (d = 1.87). Post-hoc power analyses lieten voor de *one sample t-test* een power van .99 zien, bij een α van .05, en een effect van d = 1.87 (GPower: Faul, Erdfelder, Buchner, & Lang, 2009).

Gemiddeld genomen beantwoorden kinderen met een kleurzienstoornis 32% van de rekenopgaven met kleur foutief. Ook is te zien dat geen van de kinderen met een kleurzienstoornis som 1 volledig goed gemaakt heeft, tegenover een bijna volledige score voor de kinderen met een normaal kleurenzien. Dit laat tevens een zeer groot effect laat zien. Een ander verschil is tussen de kinderen met- en zonder kleurzienstoornis te zien op vraag 2. De kinderen met een kleurzienstoornis hebben op deze vraag gemiddeld bijna twee fouten meer gemaakt dan hun normaal kleurenziende leeftijdsgenoten. Vragen met hints, zoals in vraag 3 van de rekentest (zie Bijlage A) te zien was, waarbij naast het weergeven van de kleur ook in woorden duidelijk werd gemaakt welke kleur gebruikt moest worden, werden bij navraag door kinderen met een kleurzienstoornis als makkelijkere opdrachten gekenmerkt. Tabel 2 laat voor deze opgave, met een medium tot sterk effect (d = .76), het laagste effect zien van het kleurgebruik op de rekenprestaties in de rekentest.

Een *one-way analysis of covariance* (ANCOVA) is vervolgens gebruikt om het verschil tussen de drie groepen (geen kleurzienstoornis, medium kleurzienstoornis en sterke kleurzienstoornis) op de totale rekenscores te bepalen, waarbij gecontroleerd werd voor de leeftijd van de participanten. Uit de ANCOVA blijkt, nadat rekening gehouden is met de leeftijd, dat er een significant verschil is tussen de rekenscores van kinderen zonder kleurzienstoornis en kinderen met een kleurzienstoornis, F (2, 40) = 86.04, p <.001, η^2 = .811. Post-hoc testen laten zien dat zowel kinderen met een medium kleurzienstoornis (p = .011, M = 42.33, SD = 7.71, $M_{verschil}$ = 5.97) als kinderen met een sterke kleurzienstoornis (p < .001, M = 30.87, SD = 4.88, $M_{verschil}$ = 17.49) significant lager scoren, en dus meer fouten maken op de

rekentest, dan kinderen zonder kleurzienstoornis (M = 48.27, SD = 1.32). Ook het verschil tussen kinderen met een medium en sterke kleurzienstoornis bleek significant (p <.001, $M_{verschil}$ = 11.69). Daarnaast laat de ANCOVA zien dat de leeftijd van de kinderen geen invloed heeft op het aantal fouten dat ze maken op de rekentest, F (1,40) = 1.93, p = .171, η^2 = .046. Post-hoc power analyses lieten voor de ANCOVA een power van .99 zien, bij een α van .05, en een effect van η^2 = .811 (GPower: Faul, Erdfelder, Buchner, & Lang, 2009).

Tijdens het afnemen van de rekentest was te zien dat de kinderen met een kleurzienstoornis niet altijd direct wisten welk kleurpotlood ze voor een vraag moesten gebruiken. Veelal werden als verwerkingsstrategie meerdere potloden gepakt en vervolgens vergeleken met de kleur op het opgavenblad om daarna een keuze te maken. Bij navraag aan deze kinderen bleek vervolgens dat een aantal kinderen niet wisten met welke kleur ze het antwoord hadden gekleurd. Ook was te zien dat de kinderen met een kleurzienstoornis de kleuren - en daarmee ook potloden - gingen gokken wanneer ze twijfelden, of geen idee hadden welke kleur gebruikt diende te worden.

Discussie

In dit onderzoek is gekeken naar de rekenprestaties van leerlingen met een kleurzienstoornis, ten opzichte van leerlingen met een normaal kleurenzien. Hiervoor is allereerst, om het al dan niet aanwezige type en de gradatie van een kleurzienstoornis te bepalen, de Richmond HRR Test afgenomen. Vervolgens is een rekentest, met uit rekenmethodes afkomstige rekensommen, afgenomen bij beide groepen. De verwachting was hierbij dat kinderen met een kleurzienstoornis lager zouden scoren dan kinderen met een normaal kleurenzien.

Uit huidig onderzoek blijkt dat leerlingen van 8 - 12 jaar met een kleurzienstoornis meer fouten maken op rekensommen met kleur, en daarmee lager scoren dan leerlingen zonder kleurzienstoornis. Het hebben van een kleurzienstoornis heeft dan ook een groot

nadelig effect op de rekenprestaties, wanneer kleur in de sommen voor komt. Wanneer vervolgens is gekeken naar de verschillende gradaties, blijkt dat zowel kinderen met een medium als sterke kleurzienstoornis significant meer fouten maken dan normaal kleurenziende kinderen. Hierbij verschillen de rekenprestaties van de groep met een medium en sterke kleurzienstoornis significant elkaar. Dit laat zien dat kinderen met een sterke kleurzienstoornis meer moeite hebben met kleur in rekenopgaven, dan kinderen met een medium kleurzienstoornis. De leeftijd van de participanten heeft hierbij geen rol gespeeld. Dat wil zeggen dat jongere kinderen niet slechter gescoord hebben dan oudere kinderen, wat laat zien dat het verschil in rekenscores enkel te verklaren is door het hebben van een kleurzienstoornis.

De gevonden resultaten sluiten aan bij eerder onderzoek van onder andere Suero et al. (2004), Gallo, Panza, en Viviani, (1998) en Lorenz en McLure (1935), waarbij ook lagere schoolprestaties werden aangetoond bij kinderen en studenten met een kleurzienstoornis. Het onderzoek van Gallo, Panza en Viviani (1998) spreekt hierbij van significante verschillen tussen de kinderen met- en zonder kleurzienstoornis. In deze meta-analyse zijn eerder behaalde schoolresultaten op alle vakgebieden met elkaar vergeleken en bleken de kinderen met een kleurzienstoornis significant lager te scoren. Ook Lorenz en McLure (1995) hebben eerder behaalde resultaten gebruikt om beide groepen te vergelijken. Ondanks de hogere intelligentiescore van studenten met een kleurzienstoornis, bleken de behaalde resultaten niet significant van elkaar te verschillen. Dat de impact van gekleurde rekensommen voor kinderen met een kleurzienstoornis zo nadelig blijkt te zijn, kwam echter nog niet naar voren in bovengenoemde onderzoeken. Ook de verschillende gradaties van een kleurzienstoornis waren in eerder onderzoek niet meegenomen. Met deze toevoeging en bevindingen zorgt huidig onderzoek voor een aanvulling op de bestaande literatuur.

Dat het zien van kleur onder andere afhankelijk is van het moment op de dag waarop een kleur bekeken wordt, werd duidelijk in onderzoeken van Chetverikov en Ivanchei (2016) en Wallisch (2017) naar de jurk die in 2015 op sociale media de vraag opriep of deze goud-wit of blauw- zwart was (‘‘The dress (viral phenomenon),’’ 2015). Verklaringen voor het anders zien van de kleuren waren onder andere het gebruik van kunstmatig licht, of de hoeveelheid licht van de zon (Chetverikov & Ivanchei, 2016; Wallisch, 2017). Beide onderzoeken, gehouden onder mensen met een normaal kleurenzien, lieten zien dat het zien van kleuren niet altijd overeenkomt met de interpretaties van anderen (Wallisch, 2017). In huidig onderzoek is nadrukkelijk rekening gehouden met de invloed van het licht, waardoor deze invloed niet als alternatieve verklaring voor de resultaten gezien kan worden. De invloed van (zon)licht op het zien van kleuren onderschrijft echter mogelijk nog meer de noodzaak voor aandacht van kleurgebruik in lesmethodes, waarbij niet alleen gekeken wordt naar rekenonderwijs. Daarnaast blijkt uit onderzoek van Shishegar en Boubekri (2016) dat bij meer daglicht in de klas - ten opzichte van weinig tot geen daglicht – leerlingen 20-26% sneller progressie maken bij rekenonderwijs. Ook effecten op een slechter lichamelijk welzijn en eerder een slaperig gevoel bij kunstlicht laten het belang van daglicht in de klas zien (Shishegar, & Boubekri, 2016). Dat niet alleen (dag)licht van invloed is op de rekenprestaties van kinderen lieten Haverinen- Shaughnessy en Shaughnessy (2015) in hun onderzoek zien. Zij stelden dat temperatuur en adequate ventilatie in de klas, ook een significante bijdrage heeft op rekenprestaties van leerlingen.

Limitaties en vervolgonderzoek

Huidig onderzoek bevat een aantal limitaties waar rekening mee gehouden dient te worden. De Richmond HRR, die gebruikt is om de kleurzienstoornissen te achterhalen, kon een onderscheid maken tussen protan, deutan en tritan defecten. Hierbij kon een gradatie opgemaakt worden waarbij mild, medium en sterk toegekend werden. Het is echter niet

mogelijk om met de Richmond HRR test een stoornis te koppelen aan het soort defect in het kegeltje (Neitz & Neitz, 2000). Zo is bij een protan classificatie niet duidelijk of het om protanomalie of protanopie gaat. Dit maakt het lastig om de gevonden resultaten te koppelen aan de prevalentie van een kleurzienstoornis. Om deze koppeling wel te kunnen maken moet gebruik gemaakt worden van een ander meetinstrument (Neitz & Neitz, 2000).

In dit onderzoek is daarnaast gebruik gemaakt van een doelgerichte steekproef om kinderen met een kleurzienstoornis te vinden. Dit heeft er mogelijk voor gezorgd dat de verdeling in kleurzienstoornis niet volledig overeenkomt met de prevalentie van de verschillende kleurzienstoornissen in de samenleving. In vervolgonderzoek kan hier rekening mee gehouden worden door (op grote schaal) scholen te betrekken en hierbij alle kinderen te testen op een kleurzienstoornis. Op deze manier kan worden nagegaan of de verdeling van de kleurzienstoornissen daadwerkelijk een representatief beeld geeft van de populatie. Echter geven de resultaten, ondanks een mogelijk scheve overeenkomst in verdeling, nog steeds een goed beeld van de verschillende gebruikte groepen in dit onderzoek.

Bij het zoeken naar participanten bleek het lastig om voldoende kinderen met een kleurzienstoornis te vinden, ondanks dat één op de twaalf jongens een vorm van een kleurzienstoornis heeft (Ananto, Sair & Harwahyu, 2011; Brown & Lindsey, 2004; Simunovic, 2010; Suero et al., 2004). Eerder onderzoek van Gallo, Panza en Viviani (1998), maar ook van Suero et al. (2004) lieten zien dat slechts 6% van de mensen met een vorm van dichromatopsie in hun onderzoek zelf bekend waren met hun kleurzienstoornis. Dit laat zien dat kinderen niet altijd bewust zijn van hun kleurzienstoornis, net als leerkrachten die eventuele problemen niet herkennen als zijnde passend bij een kleurzienstoornis (Gallo, Panza, & Viviani, 1998; Sharpe et al., 1999). Fouten die deze kinderen maken kunnen door leerkrachten daardoor verkeerd geïnterpreteerd worden. Dit kan daarmee naast een directe invloed op het leren, ook een nadelig effect op kinderen met een kleurzienstoornis hebben

(Suero et al., 2004). In deze wetenschap zijn daarom ook kinderen die ogenschijnlijk geen kleurzienstoornis hadden getest op het hebben van een kleurzienstoornis, waarna nog enkele kinderen toegevoegd konden worden aan de groep mét een kleurzienstoornis om zo de steekproef te vergroten. Om leerkrachten bewust te kunnen laten handelen naar de behoeften van deze kinderen, is het dus erg belangrijk dat kinderen op vroege leeftijd getest worden op een kleurzienstoornis (Gallo, Panza, & Viviani, 1998).

Een ander punt waarvan het belangrijk is om in het vervolg rekening mee te houden zijn hints in de gemaakte rekenopgaven. Het lagere effect van kleurgebruik op de rekenprestaties in opgave 3 (zie Tabel 2) geeft hierbij een indicatie dat hints, zoals het vermelden van de te gebruiken kleur, een prettig hulpmiddel kan zijn voor de groep kinderen met een kleurzienstoornis. In lesmaterialen kan hier rekening mee gehouden worden door de kleuren te benoemen bij opdrachten, maar ook door de kleur te vermelden op bijvoorbeeld kleurpotloden (Klaver, 2007). Hierdoor kunnen kinderen met een kleurzienstoornis gemakkelijker kleuren met elkaar combineren, zonder dat ze daadwerkelijk de juiste kleur hoeven te onderscheiden. Ook kan dit het gokkende gedrag van de kinderen verminderen, omdat ze dan de kleuren kunnen aflezen en deze niet alleen hoeven te zien. Daarbij moet in lesmateriaal rekening gehouden worden met het soort kleuren die worden gebruikt. In opgave 1 en 9, waar het kleurgebruik een groot negatief effect (zie Tabel 2) heeft op de rekenprestaties van kinderen met een kleurzienstoornis, zijn bijvoorbeeld pastelkleuren gebruikt. Het zien van een verschil tussen kleuren waarbij pastelkleuren zijn gebruikt, is voor mensen met een kleurzienstoornis vaak lastiger dan wanneer verzadigde kleuren worden gebruikt (Neitz & Neitz, 2000). In lesmateriaal kan dus beter worden gekozen om verzadigde kleuren, in plaats van pastelkleuren, te gebruiken.

In vervolgonderzoek kan daarnaast gekeken worden naar andere effecten van een kleurzienstoornis, anders dan de (reken)prestaties op school. Mogelijk hebben sociaal

emotionele problemen, zoals angst en het gevoel anders te zijn (Snyder, 1973), een effect op de schoolprestaties van kinderen met een kleurzienstoornis. Ook kan het zijn dat bij deze kinderen sprake is van over- dan wel onderschatting van hun eigen prestaties. Bij kinderen met ADHD - één van de groepen kinderen die op school nu wel extra aandacht bij het leren krijgt – speelt over- en onderschatting namelijk een rol bij het waarnemen van tijd (Smith et al., 2002). Een ander mogelijk effect van een kleurzienstoornis kan onderpresteren zijn. Bij onderpresteren laat een kind een verschil zien tussen de voorspelde- en huidige prestaties, op basis van intelligentie (Frick et al., 1999). Volgens Frick et al. (1999) speelt onderpresteren, net als over- en onderschatting, een rol bij kinderen met ADHD. Een mogelijke verklaring hiervoor was dat de stoornis het behalen van het potentieel belemmert. Mogelijk speelt dit ook een rol bij kinderen met een kleurzienstoornis en zou in vervolgonderzoek dus bekeken kunnen worden.

Op basisscholen wordt veel extra hulp geboden aan leerlingen die extra aandacht nodig hebben, zoals kinderen met dyslexie of gedragsproblemen. Aandacht voor kinderen met een kleurzienstoornis mist echter nog. Door kleurgebruik bewust toe te passen in het ontwerpen van onderwijs en leerlingen met een kleurzienstoornis op scholen in kaart te brengen, kan hier rekening mee gehouden worden. Dat deze extra aandacht wel nodig is, blijkt uit het grote verschil in rekenprestaties tussen kinderen met een kleurzienstoornis en kinderen met een normaal kleurenzien. Dit onderzoek dient daarom als een startpunt voor het onderwijs en ontwikkelaars van lesmateriaal om ook deze groep kinderen de aandacht te geven die ze verdienen.

Referenties

Allen, P., Bennett, K., & Heritage, B. (2014). *SPSS statistics version 22: A practical guide.* Australië: Cengage Learning Emea.

Blomert, L. (2005). *Dyslexie in Nederland*. Amsterdam: Uitgeverij Nieuwezijds.

Brown, A. M., & Lindsey, D. T. (2004). Color and language: Worldwide distribution of Daltonism and distinct words of “blue”. *Visual Neuroscience, 21,* 409-412. doi: 10.10170S0952523804043093

Chetverikov, A., & Ivanchei, I. (2016). Seeing “the Dress” in the right light: Perceived colors and inferred light sources. *Perception, 45*(8), 910-930.

Cito (2016). Entreetoets. Geraadpleegd van https://www.cito.nl/-/media/Files/ve-en-po/ouderfolder_entreetoets.pdf?la=nl-NL

Cole, B. L. (2004). The handicap of abnormal colour vision. *Clinical and Experimental Optometry, 87*(4-5), 258-275. doi: 10.1111/j.1444-0938.2004.tb05056.x

Cole, B. L., Lian, K. Y., & Lakkis, C. (2006). The new Richmond HRR pseudoisochromatic test for colour vision is better than the Ishihara test. *Clinical and Experimental Optometry, 89*(2), 73-80. doi: 10.1111/j.1444-0938.2006.00015.x

De Boer, P. (2013). *Blindvaren op kleuren* (Scriptie, hogere veiligheidskunde). Geraadpleegd van http://kleurenblind.eu/meer-info/blindvaren-op-kleuren/

De Boer, A. A., & Munde, V. S. (2015). Parental attitudes toward the inclusion of children with profound intellectual and multiple disabilities in general primary education in the Netherlands. *The Journal of Special Education, 49*(3), 179-187. doi: 10.1177/0022466914554297

Doelen passend onderwijs. (zd.). Geraadpleegd van https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/passend-onderwijs/doelen-passend-onderwijs

Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A.-G. (2009). Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods, 41*, 1149-1160

Foote, K. G., Neitz, M., & Neitz, J. (2014). Comparison of the Richmond HRR 4th edition and Farnsworth–Munsell 100 Hue Test for quantitative assessment of tritan color deficiencies. *Journal of the Optical Society of America A, 31*(4), A186-A188. doi: 10.1364/JOSAA.31.00A186

Frick, P. J., Kamphaus, R. W., Lahey, B. B., Loeber, R., Christ, M. A. G., Hart, E. L., & Tannenbaum, L. E. (1991). Academic underachievement and the disruptive behavior disorders. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 59*(2), 289. doi: 10.1037/0022-006X.59.2.289

Gaggi, O., & Ciman, M. (2016). The use of games to help children eyes testing. *Multimed Tools and Applications 75*, 3453-3478. doi: 10.1007/s11042-014-2444-x

Gallo, P. G., Panza, M., Viviani, F., & Lantieri, P. B. (1998). Congenital dyschromatopsia and school achievement. *Perceptual and Motor Skills, 86*(2), 563-569. doi: 10.2466/pms.1998.86.2.563

Ghesquière, P., Boets, B., Gadeyne, E., & Vandewalle, E. (2010). Dyslexie: een beknopt wetenschappelijk overzicht. Geraadpleegd van https://perswww.kuleuven.be/~u0032380/papers/Pol_Dyslexie_Boek%20Lessius_definitief.pdf

Gil, J. (1999). Ensenanza de la óptica desde una perspectiva constructivista (Doctoral dissertation). Tesis de Licenciatura, Badajoz.

Hardy, L., Rand, G., & Rittler, M. C. (2002). H.R.R. Pseudoisochromatic Plates. Fourth edition. [Meetinstrument].

Haverinen-Shaughnessy, U., & Shaughnessy, R. J. (2015). Effects of classroom ventilation rate and temperature on students' test scores. *PlOS ONE, 10*(8), e0136165. doi:10.1371/journal.pone.0136165

Hokwerda, O., & Wouters, J. A. J. (2005). Zicht op licht. *Nederlands Tijdschrift Tandheelkunde, 112,* 225-230.

Klaver, I. (2007). *Kleurenblindheid in het onderwijs* (Afstudeer onderzoek). Geraadpleegd van https://www.kleurenblindheid.nl/kleuren/boeken.html

Lampe, J. M., Doster, M. E., & Beal, B. B. (1973). Summary of a three-year study of academic and school achievement between color-deficient and normal primary age pupils: phase two. *Journal of School Health, 43*(5), 309-311. doi: 10.1111/j.1746-1561.1973.tb03718.x

Lichtbron D65. (z.d.). Geraadpleegd van https://nl.wikipedia.org/wiki/Lichtbron_D65

Lorenz, A. B., & McClure, W. E. (1935). The influence of color blindness on intelligence and achievement of college men. *Journal of Applied Psychology, 19*(3), 320-330. doi: 10.1037/h0059366

Malmberg (2016). Digitaal leren met dyslexie. Geraadpleegd van https://www.malmberg.nl/dyslexie-1.htm

[Methode Rekentijger]. (z.d.). Geraadpleegd van https://www.educatheek.nl/rekentijger

Muttaqin, G. F., & Suwandi, I. S. (2011). Simulation system of color blind glasses by image processing. *Electrical Engineering and Informatics,* 1-4. doi: 10.1109/ICEEI.2011.6021616

Murch, G. M. (1984). Physiological principles for the effective use of color. *IEEE Computer Graphics and Applications, 4(*11), 48-55. doi: 10.1109/MCG.1984.6429356

Neitz, M., & Neitz, J. (2000). Molecular genetics of color vision and color vision defects. *Archives of Ophthalmology, 118*(5), 691-700. doi: 10.1001/archopht.118.5.691

Noothoven van Goor, M. D., Walraven J., Molenbroek, J. F. M., & van Eijk, D.J. (2014). *Inclusive colour design accommodating the colourblind.* Geraadpleegd van https://www.researchgate.net/publication/242163619_Inclusive_colour_design_accommodating_the_colourblind/download

Oudenampsen, D., & Flikweert, M. (2010). Een onnodige handicap. Geraadpleegd van https://www.verwey-jonker.nl/doc/participatie/Een-onnodige-handicap_3724.pdf

Rello, L., & Baeza-Yates, R. (2013). Good fonts for dyslexia. *Proceedings of the 15th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, 14. doi: 10.1145/2513383.2513447

Schellings, G. L. M. (2012). Zicht op leren door hardopdenken. *Kluwer Navigator Onderwijs.*

Sharpe LT, Stockman A, Jagle H, Nathans J. (1999). Opsin genes, cone photopigments, color vision and color blindness. In: Gegenfurtner KR, Sharpe LT (eds). *Color Vision.* Cambridge: Cambridge University Press.

Shishegar, N., & Boubekri, M. (2016). Natural light and productivity: Analyzing the impacts of daylighting on students' and workers' health and alertness. In *Proceedings of the International Conference on "Health, Biological and Life Science"(HBLS-16), Istanbul,* Turkey (pp. 18-19).

Simunovic, M. (2010). Colour vision deficiency. *Eye, 24*(5), 747-755. doi: 10.1038/eye.2009.251

Smeets, E., Ledoux, G., Regtvoort, A., Felix, C., & Lous, A. M. (2015). *Passende competenties voor passend onderwijs. Onderzoek naar competenties in het basisonderwijs.* Nijmegen: ITS. Geraadpleegd van https://www.nro.nl/wp-content/uploads/2015/06/Smeets_Passende-competenties-voor-passend-onderwijs-413-12-015.pdf

Smith, A., Taylor, E., Warner Rogers, J., Newman, S., & Rubia, K. (2002). Evidence for a pure time perception deficit in children with ADHD. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 43*(4), 529-542. doi: 10.1111/1469-7610.00043

Snyder, C. R. (1973). The psychological implications of being color blind. *The Journal of Special Education, 7*(1), 51-54. doi: 10.1177/002246697300700106

Steward, J. D., & Cole, B. L. (1989). What do color vision defectives say about everyday tasks? *Optometry and Vision Science, 66*(5), 288-295. doi:1040-5488/89/6605-0288$02.00/0

Suero, I. M., Pérez, Á. L., Díaz, F., Montanero, M., Pardo, J. P., Gil, J., & Palomino, M. I. (2004). Does Daltonism influence young children's learning? *Learning and Individual Differences 15*, 89–98. doi:10.1016/j.lindif.2004.08.002

The dress (viral phenomenon). (2015). Geraadpleegd van https://en.wikipedia.org/wiki/The_dress

Tomlinson, C. (2003). *Fulfilling the promise of the differentiated classroom: Strategies and tools for responsive teaching.* Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Uvijls, A. (1998). *Kleurenzien en kleurzienstoornissen voor de practici*. Amsterdam: Kugler Publications.

Van Zanten, M. (2017). *Rekenen-wiskunde in de 21e eeuw. Ideeën en achtergronden voor primair onderwijs.* Utrecht: Panama.

Verantwoordelijkheid van scholen in passend onderwijs. (z.d.). Geraadpleegd van https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/passend-onderwijs/verantwoordelijkheid-scholen-passend-onderwijs

Wallisch, P. (2017). Illumination assumptions account for individual differences in the perceptual interpretation of a profoundly ambiguous stimulus in the color domain: “The dress*”. Journal of Vision, 17*(4), 5-5. doi: 10.1167/17.4.5

Went, L. N., & Pronk, N. (1985). The genetics of tritan disturbances. *Human Genetics, 69*(3), 255–262. doi:10.1007/bf00293036

Wickline, M. (z.d.). Colbris – Colorblindness Simulator. Geraadpleegd van https://www.color-blindness.com/coblis-color-blindness-simulator/

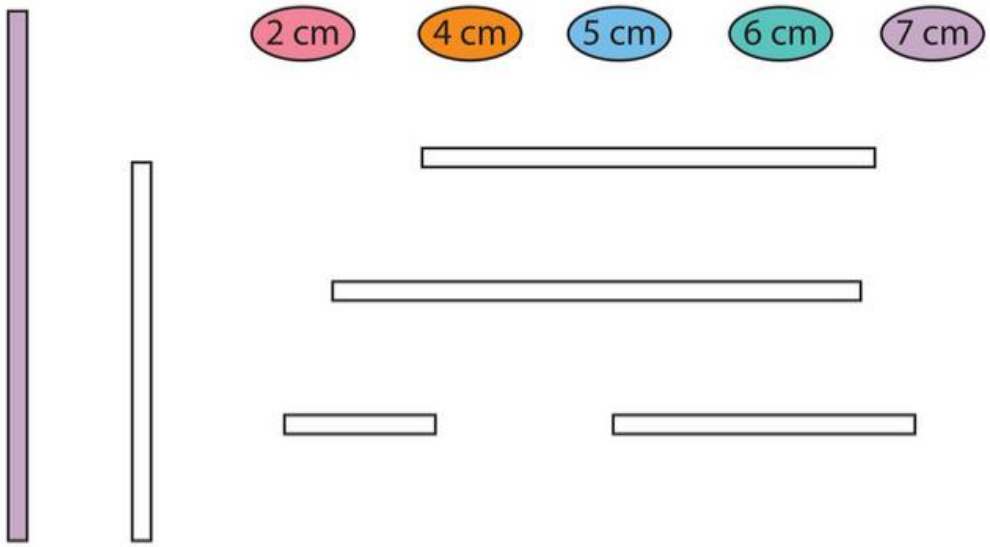
Bijlage A

Rekentest

Kleurvragen

1

meet de stokjes.
kleur in.

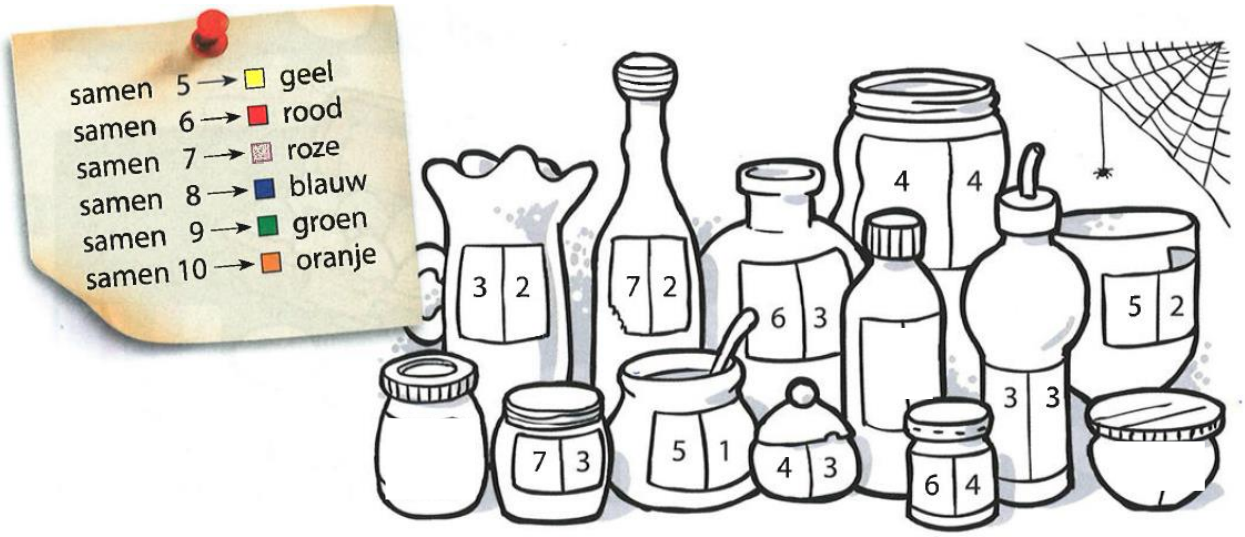


2

reken uit.
kleur de vakjes.

15	14	13	12	11
17 – 3	15 – 3		16 – 3	
20 – 5	14 – 3		18 – 5	

3 **reken uit.**
geef de goede kleur.



4 **reken uit.**
geef de som met hetzelfde antwoord dezelfde kleur.

2 x 4 = ...

3 x 4 = ...

5 x 4 = ...

10 x 4 = ...

4 x 9 = ...

8 x 4 = ...

4 x 10 = ...

4 x 1 = ...

4 x 3 = ...

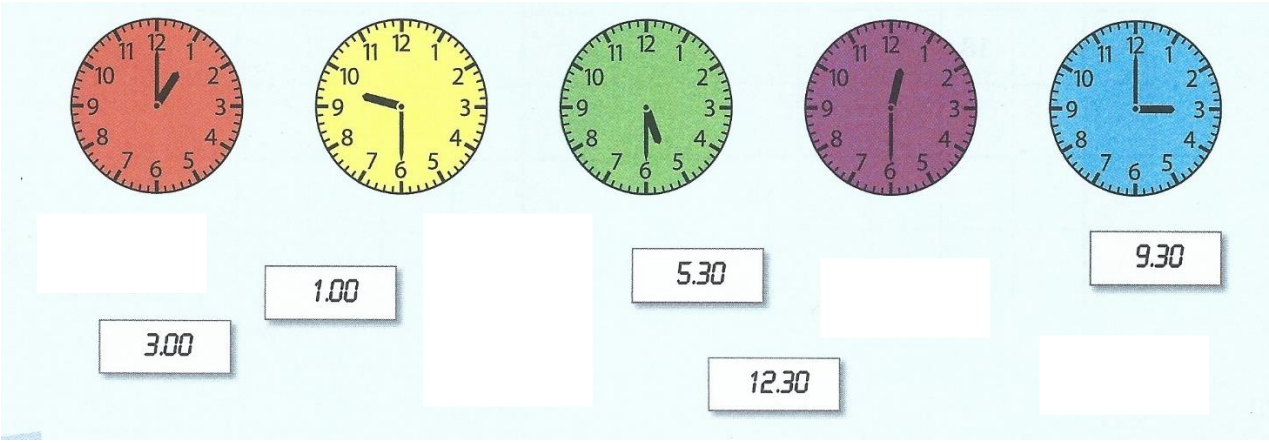
1 x 4 = ...

9 x 4 = ...

4 x 5 = ...

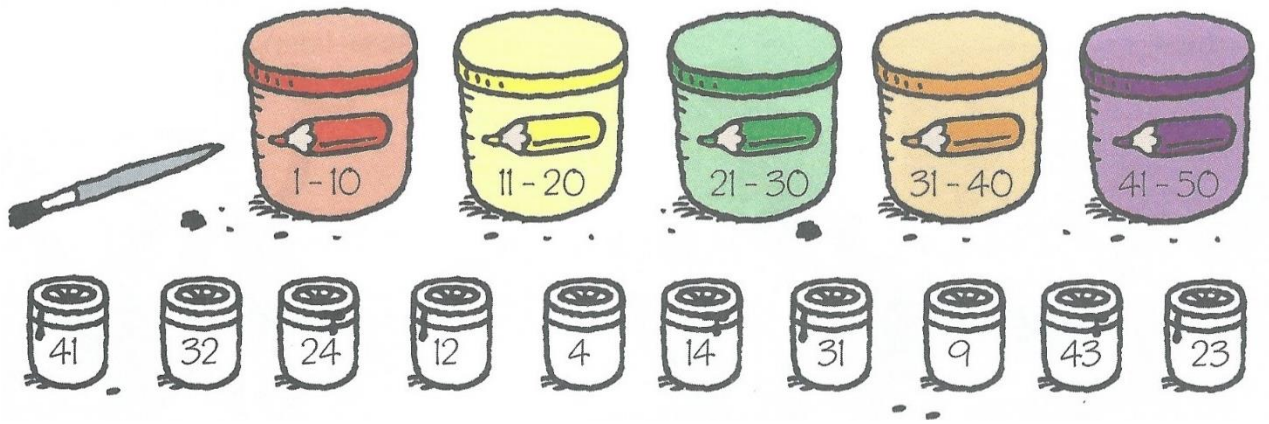
5 welke is hetzelfde?

geef de digitale tijd dezelfde kleur als de tijd op de klok.



6 in welke pot?

Kleur net zo.

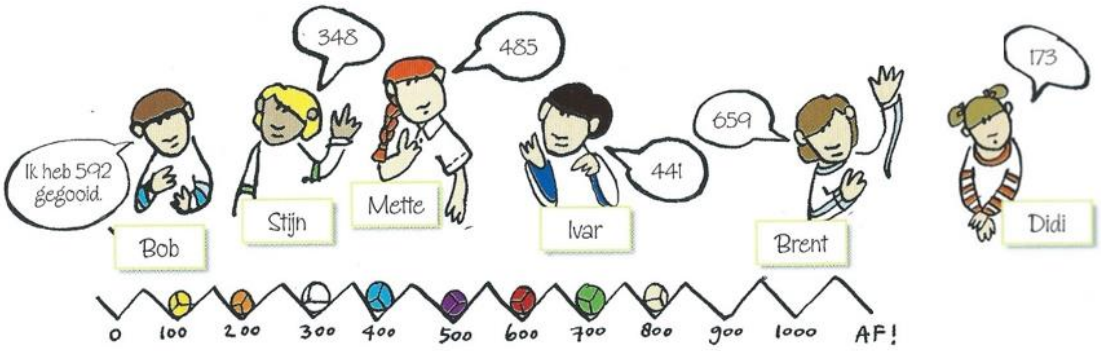


Afleesvragen

7 wie heeft welke bal gegooid?

doe het zo:

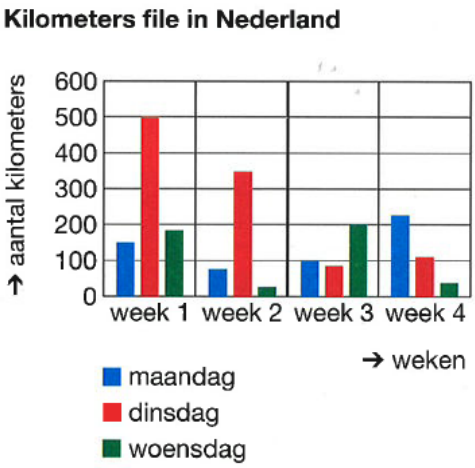
Stijn: *Wit*



Stijn: _ *wit* _ _ _ _ _ _ Mette: _ _ _ _ _ _ _ _ _ Brent: _ _ _ _ _ _ _ _ _

Bob: _ _ _ _ _ _ _ _ _ Ivar: _ _ _ _ _ _ _ _ _ Didi: _ _ _ _ _ _ _ _ _

8 kijk naar de grafiek en geef antwoord op de vragen.



a Hoeveel kilometer file was er op dinsdag in week 1? ..... km

b Hoeveel kilometer file was er op woensdag in week 3? ..... km

c In welke week was er op woensdag de langste file? week .....

d In welke week was er op maandag de langste file? week .....

e Op welke dag in welke week stond de langste file? .....

9 lees de afvalkalender

a Wanneer wordt er grofvuil opgehaald?

b Wat wordt er op 23 en 24 mei opgehaald?

c Hoe vaak wordt het restafval opgehaald?

d In welke maand kan je het beste de bomen snoeien?

April		Mei		Juni	
1	vr	1	zo	1	wo
2	za	2	ma	2	do
3	zo	3	di	3	vr
4	ma	4	wo	4	za
5	di	5	do *Hemelvaartsdag*	5	zo
6	wo	6	vr	6	ma
7	do	7	za	7	di
8	vr	8	zo	8	wo
9	za	9	ma	9	do
10	zo	10	di	10	vr
11	ma	11	wo	11	za
12	di	12	do	12	zo
13	wo	13	vr	13	ma
14	do	14	za	14	di
15	vr	15	zo *1e Pinksterdag*	15	wo
16	za	16	ma *2e Pinksterdag*	16	do
17	zo	17	di	17	vr
18	ma	18	wo	18	za
19	di	19	do	19	zo
20	wo	20	vr	20	ma
21	do	21	za	21	di
22	vr	22	zo	22	wo
23	za	23	ma	23	do
24	zo	24	di	24	vr
25	ma	25	wo	25	za
26	di	26	do	26	zo
27	wo	27	vr	27	ma
28	do	28	za	28	di
29	vr	29	zo	29	wo
30	za	30	ma	30	do
		31	di		

- groente-, fruit- en tuinafval
- restafval
- klein gevaarlijk afval (kga)
- grofvuil
- takken

a: _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

b: _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

c: _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ keer

d: _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

Bijlage B
Protocol testafname

Vooraf:

Ouder duidelijk maken dat plek aan een tafel bij het raam wenselijk is. Tevens vertellen dat een geluidsopname gemaakt wordt van de hardopdenkmethode bij de rekentest. Dit zal veilig op een beveiligde server van de universiteit worden opgeslagen en volledig anoniem worden verwerkt. De ouder mag tijdens de test het kind niet helpen, en is niet nadrukkelijk aanwezig om resultaten verder te beïnvloeden. Als het kind wenst dat de ouder wel aan tafel zit is dit, omwille van de sociale veiligheid van het kind, goed. Voorafgaand aan de deelname aan het onderzoek zal de ouder de ‘Informatie- en actieve toestemmingsbrief’ (zie Bijlage C of D voor controlegroep) moeten ondertekenen. Deze brief wordt voorafgaand aan het onderzoek aan de ouders per mail toegestuurd, zodat ze dit vooraf kunnen lezen. Bij het bezoek zal een papieren versie van de informatie- en actief toestemmingsbrief worden meegenomen, wat direct ondertekend kan worden.

Voorstellen:

Ik ben Jasper, ik ben meester in groep 8 op een school in Utrecht en ik studeer aan de universiteit waarvoor ik nu bij jou twee testjes ga doen.

Uitleg testen:

‘We starten straks eerst met een kleurentest, waarbij ik kan zien of je kleurenblind bent en met welke kleuren je vooral moeite hebt. Als we dat gedaan hebben krijg je van mij een paar rekensommen, waar ik straks nog wat meer over ga vertellen. Is dat duidelijk voor je? Het komende half uur ben jij de baas. Als je geen zin hebt, of aan een pauze toe bent mag jij dat bepalen en hoef je niet te zeggen waarom je eventueel wilt stoppen.

Afname Richmond HRR:

Zorg voor voldoende, en het juiste licht. Bij voorkeur overdag een plek aan het raam met daglicht, anders een lamp met 6800K.

Vertel dat de participant straks op de platen figuren gaat zien, maar daarbij de plaat niet met de vingers mag aanraken. Neem voor de test 24 platen af, om zo een juiste gradatie vast te stellen van de kleurzienstoornis. Per plaat krijgt de participant drie seconden om de symbolen te benoemen.

Rekentest:

Het kind krijgt een liniaal en een doosje met 10 kleurpotloden (veelgebruikt op basisschool in kleursamenstelling) die gebruikt moeten worden bij een aantal rekenopgaven, evenals een grijs tekenpotlood. ‘Je krijgt zo meteen een vel met daarop negen rekensommen. Deze moet je gaan proberen te maken. Als het niet lukt is het niet erg, maar ik wil wel graag dat je hardop probeert te vertellen wat je in je hoofd aan het bedenken bent. Probeer ook te vertellen waar je in een som naar kijkt bijvoorbeeld. Snap je dat?’

Wanneer een participant de opdracht niet snapt of kan zien zal de onderzoeker aangeven dat het niet erg is dat hij/zij de opgaven niet snapt/kan zien. Lukt het vervolgens niet om een antwoord te bedenken mag deze vraag worden overgeslagen en wordt de opdracht vervolgens fout gerekend.

Per som krijgt de participant ongeveer 2-3 minuten. Wanneer na de helft van de tijd de participant nog niet in de goede richting de opgave aan het oplossen is, stuurt de onderzoeker de participant en vraagt of het de opdracht begrijpt en kan uitrekenen. Op deze manier blijft de participant binnen de gestelde tijd om een antwoord te geven op een opgave.

Einde rekentest:

‘Dit was het! Hoe vond je het gaan? Waren de Sommen lastig om te maken?’

‘Heel erg bedankt dat je mee wilde werken aan het onderzoek!’

Naar ouders: ‘De gegevens van uw kind zal ik zo verwerken dat de resultaten niet naar uw zoon / dochter herleid kunnen worden. Wanneer u dit wenst, kan ik een verslag van mijn resultaten naar u toesturen. Nogmaals hartelijk dank voor de deelname van uw zoon / dochter. Bij vragen kunt u me altijd een mail sturen.’

Bijlage C

Informatie- en actieve toestemmingsbrief ouders kinderen met kleurzienstoornis

Universiteit Utrecht

Informatie- en toestemmingsbrief ouders

Beste ouder / verzorger,

Voor mijn masterthesis van de opleiding Educational Sciences aan de Universiteit Utrecht doe ik onderzoek naar de invloed van kleurgebruik in rekensommen op kleurenblinde kinderen. Zelf ben ik kleurenblind en heb, nu ik voor de klas sta als leerkracht, veel moeite met rekensommen waar kleur in zit. Dit was voor mij als kind niet anders.

Doel van het onderzoek
In mijn onderzoek leg ik bij zowel kleurenblinde kinderen als kinderen met een normaal kleurenzien een paar rekensommen (met kleur) voor om zo te kijken of kleurenblinde kinderen hier slechter op scoren.
Graag vraag ik uw toestemming voor deelname van uw kind aan dit onderzoek.

Inhoud van het onderzoek
Voorafgaand aan de rekensommen wordt middels een Richmond HRR test (het type van) een kleurzienstoornis vastgelegd.
Vervolgens krijgt uw kind een aantal rekensommen met kleur voorgelegd, die hij/zij moet uitrekenen. Om de gemaakte denkstappen mee te nemen in dit onderzoek, moet uw kind de rekensom hardop uitrekenen. Dit wordt opgenomen.
Het gehele onderzoek zal ongeveer 20-30 minuten in beslag nemen.

Is deelname vrijwillig?
Uw kind is vrij om te bepalen of hij/zij wil deelnemen aan het onderzoek. Ook als uw kind besluit om deel te nemen, mag hij/zij zich later op ieder gewenst moment terugtrekken uit het onderzoek. Hiervoor hoeft geen verklaring te worden afgelegd.

Privacy en vertrouwelijkheid
Alle gegevens worden vertrouwelijk behandeld en anoniem verwerkt. Alleen de onderzoeker en begeleider (Dr. A.J. van Tilborg) hebben toegang tot de oorspronkelijke data. Na verwerking is het niet mogelijk om gegevens terug te leiden naar uw kind. De gegevens worden op geen enkele manier besproken met de school van uw kind of andere betrokkenen. Voorafgaand aan het onderzoek zal uw kind ook zelf om toestemming voor deelname worden gevraagd.

Heeft u naar aanleiding van deze brief nog vragen en/of wilt u op de hoogte gehouden worden van dit onderzoek, neem dan contact op met j.g.rietman@students.uu.nl.
Uw kind kan alleen deelnemen aan dit onderzoek wanneer u hier toestemming voor geeft. Wilt u daarom dit formulier ondertekenen en meegeven aan de onderzoeker? Alvast bedankt!

Onderzoek naar rekenprestaties bij kleur in rekensommen van kinderen met een kleurzienstoornis: toestemmingsformulier

Ik geef mijn kind wel / geen toestemming om deel te nemen aan dit onderzoek.

Uw naam: Datum:

Naam kind: Handtekening:

Bijlage D

Informatie- en actieve toestemmingsbrief ouders kinderen met kleurzienstoornis

Universiteit Utrecht

Informatie- en toestemmingsbrief ouders

Beste ouder / verzorger,

Voor mijn masterthesis van de opleiding Educational Sciences aan de Universiteit Utrecht doe ik onderzoek naar de invloed van kleurgebruik in rekensommen op kleurenblinde kinderen. Zelf ben ik kleurenblind en heb, nu ik voor de klas sta als leerkracht, veel moeite met rekensommen waar kleur in zit. Dit was voor mij als kind niet anders.

Doel van het onderzoek
In mijn onderzoek leg ik bij zowel kleurenblinde kinderen als kinderen met een normaal kleurenzien een paar rekensommen (met kleur) voor om zo te kijken of kleurenblinde kinderen hier slechter op scoren.
Graag vraag ik uw toestemming voor deelname van uw kind aan dit onderzoek.

Inhoud van het onderzoek
Voorafgaand aan de rekensommen wordt middels een Richmond HRR test uitgesloten dat uw kind (een type van) een kleurzienstoornis heeft.
Vervolgens krijgt uw kind een aantal rekensommen met kleur voorgelegd, die hij/zij moet uitrekenen. Om de gemaakte denkstappen mee te nemen in dit onderzoek, moet uw kind de rekensom hardop uitrekenen. Dit wordt opgenomen.
Het gehele onderzoek zal ongeveer 20-30 minuten in beslag nemen.

Is deelname vrijwillig?
Uw kind is vrij om te bepalen of hij/zij wil deelnemen aan het onderzoek. Ook als uw kind besluit om deel te nemen, mag hij/zij zich later op ieder gewenst moment terugtrekken uit het onderzoek. Hiervoor hoeft geen verklaring te worden afgelegd.

Privacy en vertrouwelijkheid
Alle gegevens worden vertrouwelijk behandeld en anoniem verwerkt. Alleen de onderzoeker en begeleider (Dr. A.J. van Tilborg) hebben toegang tot de oorspronkelijke data. Na verwerking is het niet mogelijk om gegevens terug te leiden naar uw kind. De gegevens worden op geen enkele manier besproken met de school van uw kind of andere betrokkenen. Voorafgaand aan het onderzoek zal uw kind ook zelf om toestemming voor deelname worden gevraagd.

Heeft u naar aanleiding van deze brief nog vragen en/of wilt u op de hoogte gehouden worden van dit onderzoek, neem dan contact op met j.g.rietman@students.uu.nl.
Uw kind kan alleen deelnemen aan dit onderzoek wanneer u hier toestemming voor geeft. Wilt u daarom dit formulier ondertekenen en meegeven aan de onderzoeker? Alvast bedankt!

Onderzoek naar rekenprestaties bij kleur in rekensommen van kinderen met een kleurzienstoornis: toestemmingsformulier

Ik geef mijn kind wel / geen toestemming om deel te nemen aan dit onderzoek.

Uw naam: Datum:

Naam kind: Handtekening:

_____