



Universiteit Utrecht

Universiteit Utrecht
Faculteit Sociale Wetenschappen
Masteropleiding Toegepaste Cognitieve Psychologie

Leesvaardigheidsniveau bepalen met behulp van eye-tracking.

Sandra den Boer

Academiejaar: 2010-2011
Studentnr.: 3144399
Begeleider: Dr. S.F. Donker
Tweede begeleider: Dr. I.T.C. Hooge
Externe begeleider: Drs. J. van Elst

Universiteit Utrecht
Master Toegepaste Cognitieve Psychologie

Thesis

Het leesvaardigheidsniveau bepalen met behulp van eye-tracking.

Sandra den Boer
3144399
April 2011

Universiteit Utrecht:
Dr. S.F. Donker
Dr. I.T.C. Hooge

Externe begeleider: Drs. J. van Elst

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	3
1. Inleiding	3
2. Methode	8
2.1. Proefpersonen	8
2.2 Apparatuur en opstelling	9
2.3. Procedure	9
2.3. Analyse	10
3. Resultaten	12
4. Discussie	16
5. Referenties	20
6. Bijlagen.....	22
6.1. Bijlage 1 Instructie Reading Span taak.....	22
6.2. Bijlage 2 Instructie Eye-tracking taak.....	23
6.3. Bijlage 3 Zinnen reading-span taak.....	24
6.4. Bijlage 4 Teksten Eye-tracking taak.....	27
6.5. Bijlage 5 Weergave outlier(s) in boxplots.....	30

Samenvatting *Is eye-tracking een techniek waarmee het (technische) leesvaardigheid niveau te bepalen is? In dit experiment worden er twee reeds bestaande en veel gebruikte leesvaardigheidstoetsen, de Drie-minuten-toets en de Een-minuut-toets, vergeleken met een eye-tracking leestaak om te achterhalen in hoeverre eye-tracking data correleert met de scores op de andere twee technische leestoetsen. De toetsen zijn afgenomen bij basisscholieren uit groep 8. De oogbewegingsmaten die geanalyseerd worden zijn gekozen uit bevindingen van eerdere onderzoeken. Uit de resultaten blijkt nog geen perfecte correlatie tussen de eye-tracking taak en de technische leestoetsen. Het eye-tracking model dat in deze studie gebruikt is geeft nog niet voldoende steun voor de veronderstelling dat het leesvaardigheidniveau te bepalen is met behulp van eye-tracking. In de slotbeschouwing wordt gereflecteerd op de problemen en de mogelijkheden van oogbewegingsregistratie voor leesvaardigheid-onderzoek.*

1. Inleiding

Laaggeletterdheid is een probleem dat steeds meer aandacht krijgt in Nederland. Ondanks dat Nederland tot één van de landen behoort met het beste onderwijs, blijkt dat er nog steeds een aanzienlijk gedeelte van de bevolking moeite heeft met lezen en schrijven¹. Laaggeletterden worden door hun slechte lees- en schrijfvaardigheid beperkt in hun deelname aan de maatschappij. Om dit complexe probleem aan te pakken is het van groot belang dat laaggeletterdheid op een juiste manier vastgesteld wordt. Laaggeletterdheid komt in verschillende bevolkingslagen voor, zowel bij jong als oud. Vooral bij scholieren is laaggeletterdheid een steeds groter probleem geworden. Uit onderzoek van Inspectie van het Onderwijs (2008) blijkt dat in 2007/2008 bijna 8% van de leerlingen van de in totaal 319 onderzochte basisscholen niet voldoen aan het minimale taalniveau dat van hen verwacht wordt. Dit heeft als resultaat dat het technisch leesniveau van de basisscholieren die doorstromen naar de middelbare school vaak onder de maat is, wat kan leiden tot leerproblemen. Het is daarom belangrijk dat het leesniveau vanaf jonge leeftijd gemeten wordt, zodat eventuele leesproblemen of leesachterstanden in een vroeg stadium geconstateerd kunnen worden.

Lezen is onder te verdelen in technisch lezen, begrijpend lezen en strategisch lezen. Onder technisch lezen verstaat men het omzetten van een visuele code in een klankcode, ofwel het decoderen van geschreven woorden. Des te sneller de decodeervaardigheid van visuele codes naar klankcodes, des te hoger het niveau van technisch lezen. Als de klankcode geactiveerd is kan dit gekoppeld worden aan semantische en syntactische kennis en krijgt de visuele code een betekenis. Wanneer er een betekenis gekoppeld wordt aan geschreven woorden en zinnen valt dit onder begrijpend lezen. Strategisch lezen werkt via een stappenplan, waarin een vastgesteld leesdoel bepaald hoe intensief een bepaalde tekst gelezen wordt. Technisch lezen is een

¹ Volgens Stichting Lezen en Schrijven (2004) bestaan er naar schatting 1.5 miljoen laaggeletterden in Nederland.

voorwaarde voor begrijpend en strategisch lezen. Hier wordt dan ook veel aandacht aan besteed in het onderwijs. In groep 3 en 4 leren kinderen tekens om te zetten naar klanken. Vanaf groep 5 en 6 verloopt dit proces meestal redelijk goed en is het met name van belang dat de technische leesvaardigheid verbeterd en verfijnd wordt (Moelans et al., 2003). Om een goed begrijpend lezen niveau te bereiken is het belangrijk dat de kinderen de woorden snel kunnen decoderen. Hoe vlotter dit proces, hoe meer ruimte er vrijkomt in het werkgeheugen voor het verwerken van de betekenis van woorden en zinnen (Perfetti, 1998).

Zoals al eerder vermeld is het belangrijk de ontwikkeling van de leesvaardigheid van een kind vanaf het begin bij te houden. Er bestaan verschillende leestoetsen die in het basisonderwijs gebruikt worden om het (technisch) leesniveau van leerlingen te bepalen. De technische leesvaardigheid toetsen die in het basisonderwijs veel worden gebruikt, zijn de *Drie-Minuten-Toets* (DMT) en de *Eén-Minuut-Toets* (EMT). Beide toetsen zijn leessnelheidsinstrumenten. De leessnelheid van kinderen geven een beeld van hun technische leesvaardigheid.

De DMT (Verhoeven, 1993) test met behulp van drie verschillende leeskaarten de technische leesvaardigheid van kinderen uit groep 3 t/m 8. De DMT bestaat uit drie verschillende leeskaarten met 150 woorden. De leeskaarten verschillen onderling in moeilijkheid doordat er gebruik gemaakt wordt van 3 verschillende typen woorden: eenlettergrepige woorden bestaande uit 3 letters, eenlettergrepige woorden bestaande uit minstens 4 letters en ten slotte twee-, drie- en vierlettergrepige woorden doorelkaar. De leerling krijgt de opdracht de woorden op één van de drie leeskaarten gedurende één minuut hardop voor te lezen. Welke kaart en hoeveel kaarten een leerling moet lezen hangt af van de groep waarin ze zitten en van de toetsscore die behaald is voor het hardop lezen van de woorden van de testkaart. Het is dus niet vanzelfsprekend dat iedere leerling alle drie de testkaarten doorloopt.

De EMT (Brus & Voeten, 1973) bestaat uit 2 verschillende lijsten van 116 frequente niet-samenhangende woorden die verschillen in woordlengte en moeilijkheid. De woordenlijsten zijn zo opgebouwd dat ze een zo goed mogelijke representatie proberen te geven van de Nederlandse taal. De leerling krijgt de opdracht gedurende één minuut de woorden van de testkaart zo vlot mogelijk hardop voor te lezen. De testleider houdt de tijd, het aantal fouten, het aantal overgeslagen woorden en de eindscore bij. De totale score wordt vergeleken met de gemiddelde score van leeftijdsgenoten.

Andere technische leestoetsen die veel worden gebruikt zijn de *Klepel* en *Leestechneik en Leestempo*. De Klepel (Van den Bos et al., 1994) wordt gebruikt om aanvullende informatie te krijgen over de technische leesvaardigheid en wordt daarom alleen afgenomen in combinatie met de EMT. De toets gaat ervan uit dat het leesproces verloopt via het dual route model (Coltheart, 1978). Volgens dit cognitieve model bestaan er twee verschillende routes die gebruikt worden voor woordidentificatie, namelijk de directe route en de indirecte route. De directe route herkent een woord doordat deze als eenheid gerepresenteerd is in het mentaal

lexicon, deze route zou volgens de Klepel getest worden met de EMT. De indirecte route bestaat uit regels die grafemen omzetten in fonemen. Deze route zou getest worden met behulp van de Klepel. De Klepel bestaat namelijk uit een lijst van 116 pseudowoorden, dit zijn nonsens woorden die voor een Nederlandse spreker normaal uitgesproken kunnen worden. De Klepel gaat er vanuit dat technisch lezen twee onderdelen bevat, namelijk het omzetten van letters en lettergroepen naar klanken die verbonden worden tot een woord en het in één keer herkennen van een woord. Door middel van de combinatie EMT en de Klepel zou er een algemeen beeld ontstaan van het technisch leesniveau. Leestechniek en leestempo (Krom & Kamphuis, 2001) tracht het technisch lezen onder tijdsdruk te meten. De leerlingen moeten onder een bepaalde tijdsdruk een tekst bestaande uit ongeveer 1000 woorden stillezen. Iedere tien woorden worden gevolgd door drie onderstreepte woorden. De leerling moet uit de drie keuzemogelijkheden het juist passende alternatief kiezen. De keuzewoorden zijn gebaseerd op veelgemaakte technische leesfouten, zoals *stort*, *sport*, *sprot*.

Er bestaat nog een aantal andere leesvaardigheidstoetsen. Niet alle leesvaardigheidstoetsen zijn gericht op het technisch lezen, sommigen trachten bijvoorbeeld het begrijpend leesniveau te meten. Daneman & Carpenter (1980) ontwikkelden de *reading-span taak*. Zij stellen dat het werkgeheugen een grote rol speelt in begrijpend lezen. Het werkgeheugen is een systeem dat uit verschillende componenten bestaat en als doel heeft op een actieve manier informatie te behouden terwijl er tevens andere cognitieve processen bezig zijn. Het werkgeheugen functioneert als opslag- en als verwerkingsmechanisme en kan informatie doorsturen naar het lange termijn geheugen maar kan ook informatie verliezen door de beperkte capaciteit van het systeem. Begrijpend lezen zou een beroep doen op beide functies, het verwerken, integreren en het opslaan van semantische, pragmatische en syntactische informatie van de tekst. Je zou hieruit kunnen veronderstellen dat begrijpend lezen een sterk beroep doet op het werkgeheugen. Een betere lezer zou volgens Daneman & Carpenter (1980) een beter functionerend werkgeheugen hebben waardoor diegene de (tekstuele) informatie efficiënter kan verwerken en meer capaciteit overhoudt om informatie in op te slaan. De reading-span taak bestaat uit een set van 2 tot 6 zinnen. Iedere zin moet hardop voorgelezen worden en het laatste woord van iedere zin moet onthouden worden. Aan het eind van iedere set moet de proefpersoon het laatste woord van iedere zin in de juiste volgorde opnoemen. Uit de resultaten van Daneman en Carpenter (1980) blijkt dat de reading-span taak correleert met leesbegrip. De capaciteit van het werkgeheugen zou dus een grote invloed hebben op het leesniveau van mensen.

Bovenstaande leestoetsen zijn voorbeelden van simpele taken die als doel stellen het (technisch) leesniveau van lezers te bepalen. Deze taken meten op een zeer simpele, wellicht te simpele manier het technisch leesniveau van o.a. kinderen en volwassenen. Echter, hoeveel inhoudelijke informatie geven deze leestaken daadwerkelijk over het leesniveau van bijvoorbeeld een kind? Tegenwoordig zijn er nieuwere technieken waarmee het leesgedrag in

kaart kan worden gebracht. Eye-tracking is mogelijk zo'n methode. Eye-tracking is een techniek die oogbewegingen meet en zeer specifieke informatie geeft over het kijkgedrag tijdens het lezen. Maar wat kunnen we met deze informatie? Is het mogelijk iets te zeggen over de leesvaardigheid van lezers door hun oogbewegingen te meten tijdens het lezen? De centrale vraag in dit onderzoek is: Is er een relatie tussen de bestaande (technische) leesvaardigheidstoetsen en de eye-tracking methode? Als eye-tracking inderdaad in staat is het technisch leesniveau van lezers in kaart te brengen zou dit een zeer efficiënte, nauwkeurige en goedkope methode zijn om het leesniveau te bepalen voor verschillende groepen mensen (kinderen, volwassenen, laag- en hoogopgeleiden etc). De methode zou niet alleen een simpele uitslag over het leesniveau geven, maar ook inzicht geven over waar en hoe het leesgedrag precies afwijkt.

Eye-tracking is een methode die al enkele decennia gebruikt wordt in het wetenschappelijk onderzoek. Door de verbeterde techniek is de eye-tracker in staat oogbewegingen steeds nauwkeuriger in kaart te brengen. Eye-tracking data wordt o.a. gebruikt om meer inzicht te krijgen in leesprocessen. Uit onderzoek (Rayner, 1997; Rayner, 1998) blijkt dat met name saccades, fixaties en regressies belangrijke informatie verschaffen over leesprocessen. Tijdens een saccade beweegt het oog zich naar een ander punt in de tekst, deze beweging heeft een hoge snelheid. Tijdens de beweging is het oog minder gevoelig voor visuele input, men veronderstelt dat we geen of minder informatie ontvangen gedurende een saccade. De saccadelengte verschilt van 1 tot 15 letters. Als de moeilijkheid van een tekst toeneemt, neemt de saccadelengte af. Iedere saccade heeft een bepaalde latentietijd, dat wil zeggen de tijd die nodig is om een saccade te beginnen. Tijdens de latentie wordt het punt berekend waar de volgende oogbeweging heen moet en wanneer dit moet gebeuren. Het visuele veld bestaat namelijk uit een foveaal gedeelte, het gebied waar het oog op gericht is, een parafoveaal gedeelte en een perifeer gedeelte, een gebied perifeer ten opzichte van het foveale gedeelte met een lage accuraatheid. Het parafoveale en het perifere gedeelte geven ook informatie over de visuele tekst tijdens het lezen, zoals woordlengte. Deze informatie wordt gebruikt om te bepalen waar de volgende fixatie moet plaatsvinden. Een fixatie is de periode tussen de saccades waarin de ogen zo goed als stil staan, deze periode duurt ongeveer 200-300 ms. Tijdens de eerste 50 ms van een fixatie ontvangt de lezer de visuele informatie die nodig is om te lezen. Er wordt echter ook visuele informatie geëxtraheerd op andere momenten in de fixatie (Blanchard et al. 1984). Tevens blijkt dat hoe langer de woordlengte hoe groter de kans dat het woord gefixeerd wordt, kortere woorden worden minder vaak gefixeerd. Inhoudswoorden worden meer gefixeerd dan functiewoorden; functiewoorden zijn vaak korter. De duur van de fixaties wordt onder andere beïnvloed door woordfrequentie (Rayner, 1996). Een ander begrip dat een belangrijke rol speelt in eye-tracking is regressie. Ondanks dat een lezer vaak denkt van links naar rechts te lezen, maakt deze (onbewust) sprongen terug naar een bepaald gedeelte van de tekst of terug naar een bepaald gedeelte van een woord. Regressies komen

10-15% van de tijd voor. Inter-woord regressies ontstaan vaak door begripsfouten. Goede lezers zijn in staat het oog direct naar de plaats terug te bewegen waar het probleem is ontstaan. Slechte lezers zijn hier niet goed in. Intra-woord regressies, regressies binnen een woord, ontstaan doordat het oog op een verkeerde locatie in het woord valt (O'Regan, 1990; Ehrlich, Rayner, 1983). Hoe moeilijker een tekst, hoe meer regressies er op zullen treden.

Door oogbewegingen van diverse soorten lezers te analyseren, blijkt dat er verschillende patronen optreden. Ook de moeilijkheid van een tekst heeft invloed op de oogbewegingspatronen van lezers. Snelle lezers maken kortere fixaties, langere saccades en minder regressies dan langzame lezers. Bilinguale lezers maken kortere fixaties, langere saccades en minder regressies in hun dominante taal. Dyslectici vertonen een afwijkend oogbewegingspatroon. Ze hebben in het algemeen meer en langere fixaties, kortere saccades en meer regressies dan normale lezers (Martos, Vila, 1990). Hoewel het eenvoudig lijkt om het oogbewegingspatroon van dyslectici te omschrijven, is dit niet het geval. Uit een aantal onderzoeken blijkt dat dyslectische lezers een beperkte controle hebben over hun oogbewegingen, ze hebben meer moeite om zich te fixeren op kleine doelen. Tevens blijken ze meer saccades van rechts naar links te hebben (Pavlidis, 1981; Eden et al., 1994). Zangwill en Blakemore (1972) onderzochten de oogbewegingen van een dyslectische student tijdens het lezen. Het blijkt dat de dyslectische lezer meer regressies en meer en langere fixaties maakte en dat hij de neiging had van rechts naar links te scannen in plaats van andersom. Over het algemeen zijn er geen duidelijke en eenduidige resultaten bekend over oogbewegingen bij dyslectici. Een mogelijke verklaring zou kunnen zijn dat dyslectici onderling in verschillende subgroepen te verdelen zijn. Rayner (1998) stelt dat we in ieder geval kunnen concluderen dat de afwijkende oogbewegingen van dyslectici reflecteren aan de moeilijkheden die ze hebben met lezen.

Tevens blijkt dat de oogbewegingen van kinderen verschillen met die van volwassenen. Rayner (1986) vergeleek de oogbewegingen van kinderen die begonnen met lezen met de oogbewegingen van volwassen lezers. Over het algemeen vertonen de frequentie distributies voor fixaties dezelfde vorm voor volwassenen als voor kinderen. Kinderen slaan, net als volwassenen, korte woorden vaak over. Wel blijkt dat beginnende lezers meer saccades en langere en meer fixaties maken. Tevens maken kinderen meer regressies. McConkie et al. (1991) onderzochten de frequentie van fixaties en regressies bij kinderen met verschillende leeftijden. Hieruit kwam naar voren dat het aantal fixaties en regressies bij kinderen tussen 7 en 10 jaar ongeveer gelijk is. Joseph et al. (2009) ondervond dat kinderen in vergelijking met volwassenen, kortere saccades, langere fixaties en meer regressies vertonen tijdens het lezen.

Je kunt stellen dat de oogbewegingsmaten variëren voor verschillende soorten lezers. Door middel van deze studie wordt er onderzocht of de variaties in oogbewegingen gekoppeld kunnen worden aan het leesniveau van lezers. Kunnen oogbewegingsmaten iets zeggen over het leesniveau van een lezer? En zegt deze informatie alleen iets over het technisch leesniveau?

In deze studie zal er een eye-tracking leestaak vergeleken worden met verschillende leestoetsen, namelijk de Drie-Minuten-Toets (DMT), Eén-MinuuT-Toets (EMT), en de reading-span toets. De DMT en de EMT zijn beiden gericht op het meten van de technische leesvaardigheid. Deze toetsen hebben een hoge correlatie (Verhoeven, 1993). Er wordt daarom aangenomen dat beide toetsen hetzelfde meten. Uit eerder onderzoek blijkt dat het aantal fixaties, het aantal regressies, de fixatieduur en de saccadelengte belangrijke informatie verschaffen over leesprocessen en variëren voor minder goede lezers en betere lezers, zoals kinderen en dyslectici in vergelijking met volwassen lezers. De verwachting is dat bij een mindere score op de EMT en op de DMT het aantal fixaties en de fixatieduur tijdens de eye-tracking taak hoger zal zijn. Tevens is de voorspelling dat het aantal regressies hoger ligt en de saccadelengte korter is bij een slechtere score op de andere leesvaardigheidstoetsen. De totale leestijd van de eye-tracking taak zal als vanzelfsprekend lager zijn wanneer iemand goed scoort op de DMT en EMT. Wanneer een kind hoog scoort op de EMT en de DMT zal deze minder saccades tonen, de saccadalengte zal langer zijn, er zullen minder regressies en minder fixaties optreden. De fixatieduur zal net als de totale leestijd korter zijn. De reading-span taak richt zich met name op het aantal woorden die onthouden zijn en opgenoemd kunnen worden. Daneman en Carpenter (2008) stellen: hoe kleiner het aantal opgenoemde woorden, hoe minder capaciteit in het werkgeheugen. Een slechte lezer zou dus minder capaciteit in het werkgeheugen hebben om de woorden te onthouden dan een goede lezer. In dit onderzoek is de verwachting dus dat hoe lager de score op de reading-span taak, hoe korter de saccadelengte zal zijn, hoe langer de fixatieduur en hoe meer fixaties en regressies er op zullen treden tijdens de eye-tracking taak. De totale leestijd voor de eye-tracking leestaak zal hoger zijn bij een lage score op de reading-span taak. Door het afnemen van drie leestoetsen en de eye-tracking leestaak wordt er onderzocht of de eye-tracking data inderdaad correleert met de scores op de leesvaardigheidstoetsen. Wanneer er een hoge correlatie tussen de toetsen gevonden wordt zou dit betekenen dat het leesvaardigheidniveau door middel van deze nieuwe, efficiënte en nauwkeurige methode vastgesteld kan worden.

2. Methode

2.1. Proefpersonen

Er hebben drie basisscholen uit Utrecht meegewerkt aan dit experiment². De proefpersonen die deelnamen waren leerlingen uit groep 8. Totaal deden er 58 leerlingen mee aan het onderzoek, waarvan 29 jongens en 29 meisjes. De gemiddelde leeftijd van de proefpersonen is 11 jaar en 9 maanden (11;9).

² Deelnemende basisscholen: Basisonderwijs Maaspleinschool, Basisschool de Twijn (Locatie Puntenburg) & Maliebaanschool.

2.2 Apparatuur en opstelling

De reading-span taak vond plaats achter een laptop met een 13-inch beeldscherm en een resolutie van 1280 bij 800 pixels. Per scherm verscheen er één zin op een lichtgrijze achtergrond. De reading-span taak werd afgenomen in een stille ruimte.

De eye-tracking taak werd uitgevoerd met behulp van een EyeGaze 120Hz Binoculaire (LC Technologies, USA). De proefpersonen zaten op een verstelbare stoel zodat hun hoofd goed op de kinsteun paste. De afstand tussen het midden van het voorhoofd en het beeldscherm was 53cm. Er werd een beeldscherm gebruikt met een resolutie van 1280 bij 1024 pixels. Onder de monitor hingen twee camera's waar de oogbewegingen mee gemeten werden. Elke camera filmde de pupilpositie van een oog met een frequentie van 60Hz. De camera's maten om de beurt, zodat de totale frequentie waar de beelden mee opgenomen werden 120Hz was. De taak werd afgenomen in een stille ruimte. Indien er teveel licht in de ruimte was, was er een mogelijkheid om het te verduisteren.

2.3. Procedure

Het 30-minuten durende onderzoek bestond uit het uitvoeren van vier verschillende leestaken. De leestaken werden random volgorde achter elkaar afgenomen. De DMT (Drie-Minuten-Toets) en de EMT (Een-MinuuT-Toets) werden afgenomen via de standaard procedure zoals beschreven in de verantwoording en handleiding van de betreffende testen (Brus & Voeten, 1999; Verhoeven, 1993). De DMT bestaat uit drie verschillende versies testkaarten om te voorkomen dat de proefpersonen de woorden al op voorhand kunnen opzeggen bij meerdere afnames. Ook de EMT gebruikt twee parallelversies. Omdat de testen voor deze studie maar eenmalig afgenomen werden, werd er alleen gebruik gemaakt van versie A van de DMT en testkaart A van de EMT.

Voor de reading-span taak waren er 42 zinnen samengesteld. De zinnen hadden ongeveer een gelijke lengte (8-9 woorden) en bevatten simpel taalgebruik, zodat ze goed te lezen waren voor basisscholieren. Iedere zin begon met een hoofdletter en eindigde met een ander woord. Er was geen betekenisrelatie tussen de zinnen, hierdoor bestond er geen mogelijkheid dat het leesgedrag beïnvloed werd op grond van de voorafgaande zinnen. De reading-span taak bestond uit blokken of sets met een verschillend aantal zinnen. De test begon met twee oefenvoorbeelden, bestaande uit twee zinnen. Deze oefenvoorbeelden waren voor iedere afname hetzelfde en waren niet gerandomiseerd. De 12 blokken die dienden als testitems werden wel random aangeboden en konden bestaan uit 2,3,4, of 5 zinnen. Per school werden er andere, maar wel vergelijkbare, zinnen gebruikt. De proefpersonen zaten achter een laptop waarop telkens een zin verscheen. Het laatste woord van iedere zin verscheen één seconde later. Aan het eind van een blok verscheen er een leeg scherm, de proefpersoon moest nu de

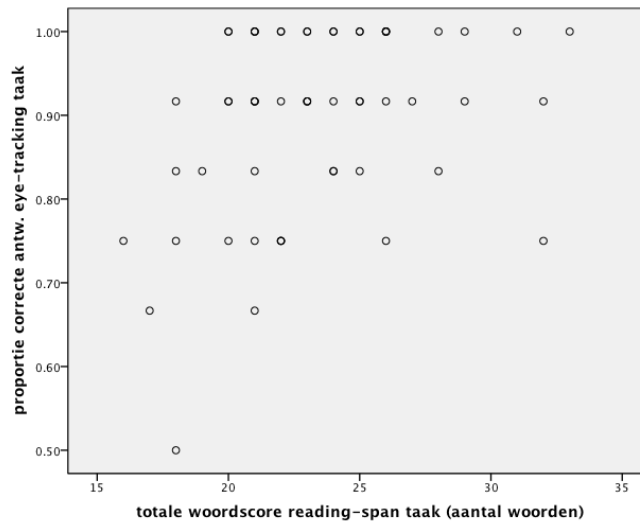
woorden die hij/zij onthouden had hardop opnoemen. De testleider bediende de laptop en hield zo de score bij.

De eye-tracking taak werd afgenomen achter een computerscherm. De proefpersoon moest recht voor het scherm zitten en kon de stoel verstellen zodat het hoofd goed in de kinsteun geplaatst kon worden. Nadat de testleider een korte instructie gaf werden de ogen van de proefpersoon eerst gekalibreerd. De eye-tracking taak bestond uit 4 korte teksten van 12 regels, waarvan een tekst diende als oefenvoorbeeld. De teksten werden afgebeeld op een scherm tegen een lichtgrijze achtergrond. Bij iedere afname werd hetzelfde voorbeeld gebruikt, de overige 3 testitems werden gerandomiseerd aangeboden. Na iedere tekst volgden drie korte meerkeuzevragen met vier antwoordalternatieven, o.a. ter controle of de tekst werkelijk gelezen was. De proefpersoon had een toetsenbord voor zich, zodat diegene zonder zich al te veel te bewegen de antwoordalternatieven a,b,c of d (toets 1,2,3 of 4 op het toetsenbord) in kon typen. De tekst bleef 2 minuten in beeld staan, maar het was ook mogelijk zelf verder te gaan indien de tekst volgens de proefpersoon voldoende gelezen was. Na iedere tekst verscheen er een fixatiekruis.

2.3. Analyse

Er is eerst een correlatietest uitgevoerd tussen de Drie-minuten-toets en de Een-minuut-toets om te controleren of beide testen ook werkelijk hetzelfde gemeten hebben.

Na het bekijken van de beschrijvende statistiek is er besloten om niet in te gaan op de correlatie tussen de reading-span taak en de eye-tracking taak. De reading-span taak is zoals eerder vermeld een begrijpend lezen taak. Het leek in eerste instantie interessant om te analyseren of de eye-tracking taak ook iets zou zeggen over het begrijpend leesniveau. In dat geval kon er worden nagegaan of de proportie correcte antwoorden van de eye-tracking taak correleerde met de score op de reading-span taak. Dit blijkt echter niet mogelijk omdat de vragen over de teksten te simpel waren waardoor er een plafond effect ontstond (zie fig. 1). Deze data geven geen ondersteuning voor de veronderstelling dat de score op de reading-span taak een verband vertoont met het aantal correcte antwoorden op de eye-tracking taak.



Figuur 1. Spreidingsdiagram totale woordscore voor de reading-span taak en proportie correcte antwoorden op de vragen in de eye-tracking leestaak.

Vervolgens is er een multiple regressie uitgevoerd met de oogbewegingsmaten als onafhankelijke variabelen en de technische leestoets als afhankelijke variabele om te analyseren in hoeverre de oogbewegingsmaten de score op de DMT en de EMT voorspellen. In totaal zijn er dus twee aparte multiple regressies uitgevoerd, een voor de DMT en een voor de EMT. De oogbewegingsmaten die meegenomen zijn in de analyse zijn: mediane totale leestijd (weergegeven in sec.), aantal fixaties³, gemiddelde fixatieduur (weergegeven in sec.), mediane voorwaartse saccadelengte (weergegeven in aantal karakters) en aantal regressies⁴. Deze oogbewegingsmaten zijn geselecteerd aan de hand van de resultaten uit eerdere onderzoeken die in de inleiding besproken werden. Hieruit bleek namelijk dat lezers, zoals dyslectici, jonge lezers en langzame lezers, juist voor deze oogbewegingsmaten variatie vertonen in vergelijking met normaal ontwikkelde lezers. In de inleiding zijn ook saccades besproken, maar omdat deze in de eye-tracking data vrijwel gelijk waren aan het aantal fixaties zijn ze in de analyse buiten beschouwing gelaten. Er bleek een outlier in de data aanwezig te zijn, de scores van deze proefpersoon op de EMT en de DMT weken sterk af van de scores van de overige proefpersonen (zie bijlage 5). Tevens week de data van deze proefpersoon af op 3 van de 5 oogbewegingsmaten die geanalyseerd zijn. Vanwege de vele afwijkingen van de data van deze proefpersoon is ervoor gekozen om de proefpersoon niet mee te nemen in de analyse. Uit de regressievergelijkingen bleek dat bepaalde predictoren meer invloed hadden dan andere predictoren. Daarom is er een hiërarchische regressie uitgevoerd

³ - Fixaties korter dan 50 milliseconden werden eruit gefilterd.
 - Opeenvolgende fixaties met minder dan 100 milliseconden missing data ertussen (bijv. een knippering), die qua positie minder dan 0.1 graad verschillen werden samengevoegd tot een fixatie.

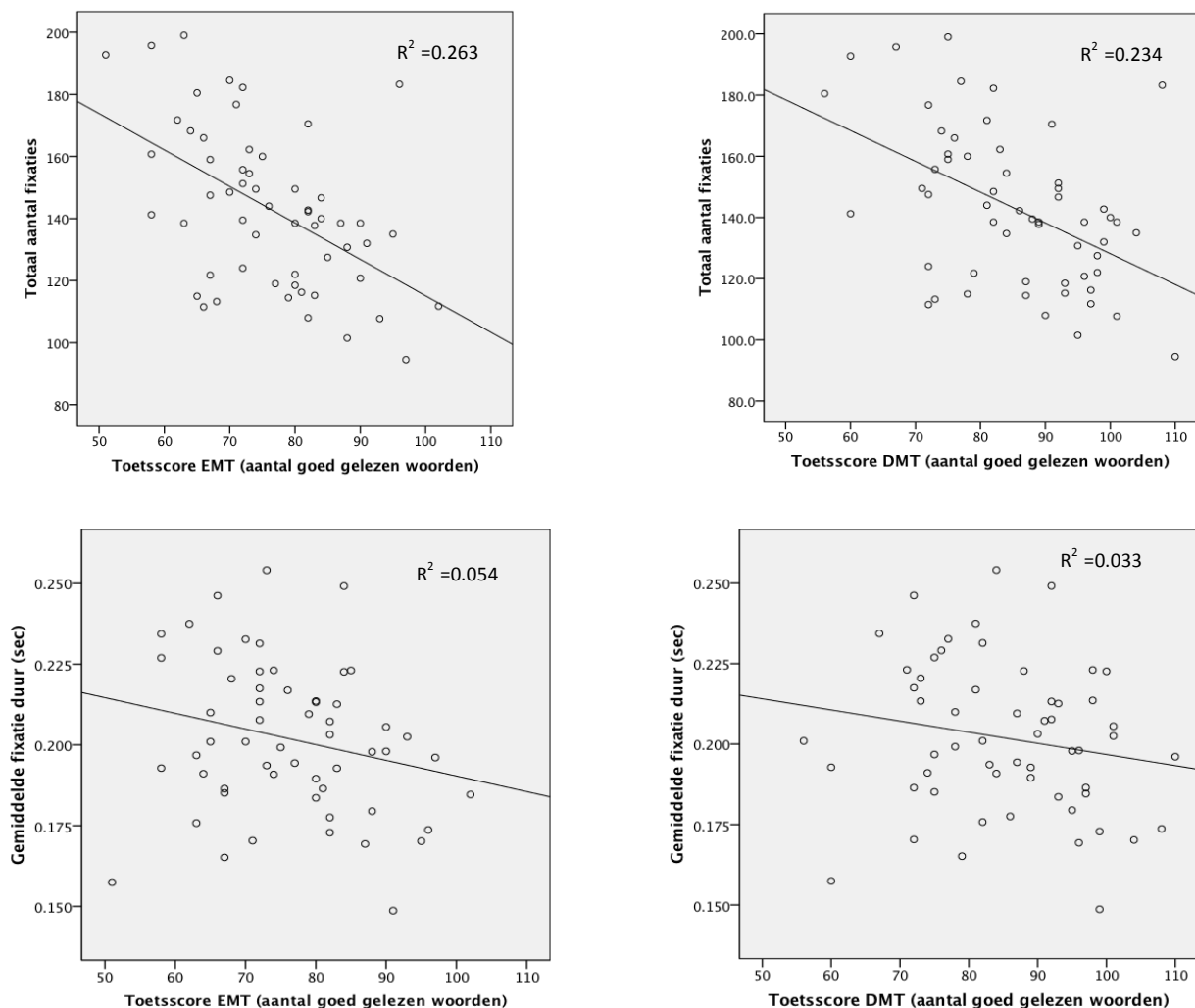
⁴ De oogbewegingsmaten zijn gecorrigeerd voor een eerste keer lezen.

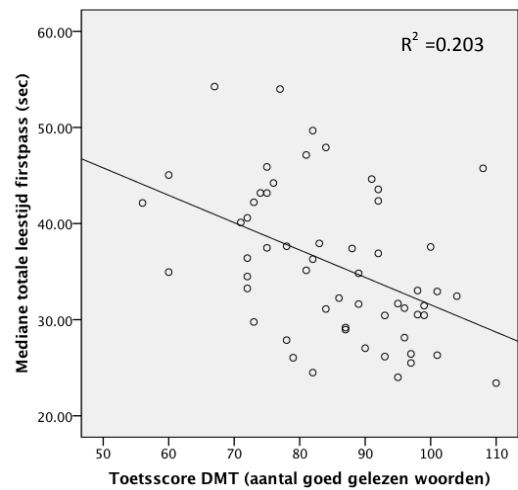
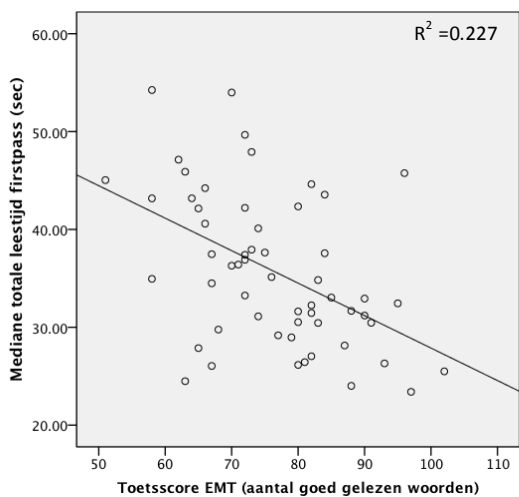
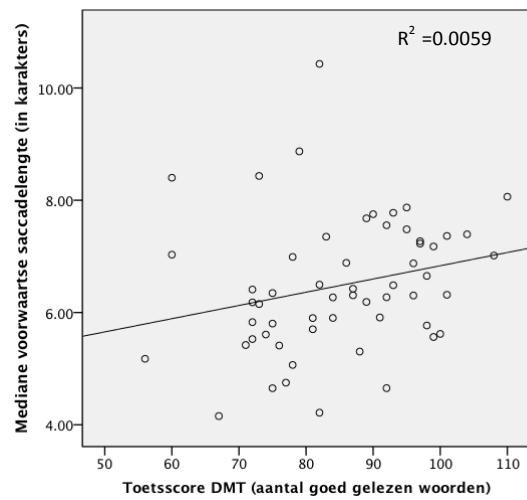
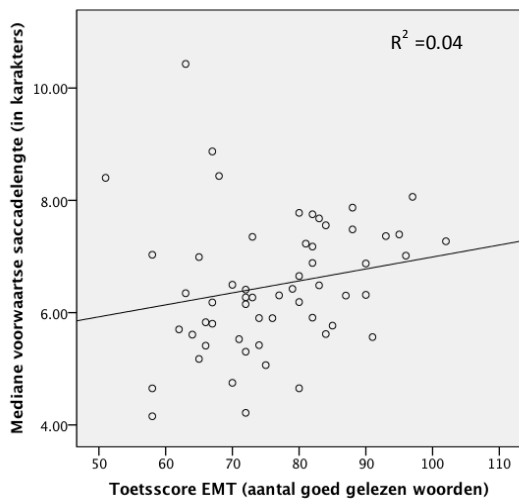
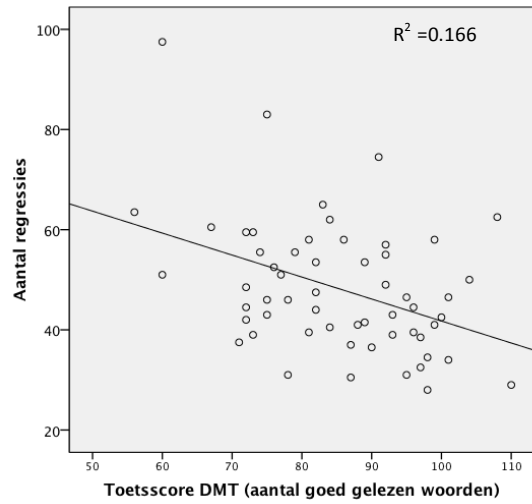
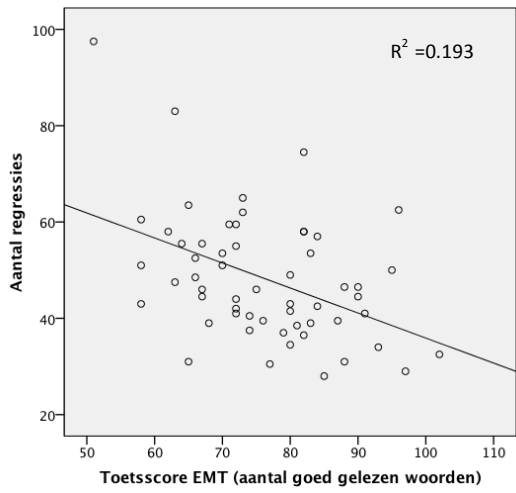
waarbij eerst de significante of meest invloedrijke predictoren in een model zijn samengevoegd en daarna de overige (niet-significante) variabelen in een tweede model erbij zijn gevoegd zodat duidelijk werd of de niet-significante predictoren een toevoeging zouden zijn of konden worden aan het totale model.

3. Resultaten

Om een regressievergelijking uit te voeren tussen de eye-tracking variabelen en de technische leestoetsen is het van belang dat de technische leestoetsen met elkaar correleren om er zeker van te zijn dat beiden ook werkelijk hetzelfde gemeten hebben. Uit de correlatiematrix blijkt dat de correlatiecoëfficiënt significant is $R=.901$ (Sig.=0,01). Zoals verwacht bestaat er een zeer sterke positieve relatie tussen de score op de EMT en de score op de DMT.

In figuur 2 is er een overzicht te zien van de spreidingsdiagrammen waarin de toetsscores op de EMT en DMT uitgezet zijn tegenover de eye-tracking variabelen die meegenomen zijn in de analyse. In dit overzicht is te zien dat de EMT een beter lineair verband vertoont met de eye-tracking variabelen dan de DMT.





Figuur 2. Overzicht spreidingsdiagrammen EMT en DMT tegenover de eye-tracking variabelen.

Er zijn twee multiple regressies uitgevoerd met als afhankelijke variabele de toetscore op de technische leestoets en als onafhankelijke variabelen de totale mediane

leestijd firstpass (sec.), totaal aantal fixaties, gemiddelde fixatieduur (sec.), aantal regressies en mediane voorwaartse saccadelengte tussen woorden (weergegeven in aantal karakters). Voor beide regressieanalyses geldt dat aan alle assumpties is voldaan⁵. Uit de eerste regressievergelijking tussen de EMT en de eye-tracking variabelen blijkt dat $R^2 = .349$. Er wordt dus 34.9% van de variantie van de EMT voorspeld door de 5 onafhankelijke variabelen van het eye-tracking model. Het model is significant met een betrouwbaarheid van 99.9%. De multiple regressievergelijking toont een significant effect voor de predictoren 1) totaal aantal fixaties (Sig.<0.05) en 2) totale fixatieduur (Sig.<0.05) (zie tabel 1). De overige variabelen, aantal regressies, mediane totale leestijd en mediane voorwaartse saccadelengte, blijken niet significant (Sig.>0.05). Het *totaal aantal fixaties* heeft de meeste invloed op de toetscore van de EMT (Beta=-.844) gevolgd door gemiddelde fixatieduur (Beta=-.523). In tabel 1 is tevens te zien dat *mediane totale leestijd* een te lage Tolerance-score en een te hoge VIF-score heeft. De Tolerance-score mag niet lager dan .1 en de VIF-score niet hoger dan 10.0 zijn (Field, 2009). De *mediane totale leestijd* correleert waarschijnlijk te sterk met de andere onafhankelijke variabelen. Hierdoor is het effect van deze variabele in dit model verstoord.

Tabel 1 Gegevens regressieanalyse EMT - Eye-tracking variabelen

	Collinearity Statistics			
	Beta	Sig	Tolerance	VIF
Totaal aantal fixaties	-.844	.022	.100	10.030
Gemiddelde fixatie duur	-.523	.022	.259	3.857
Aantal regressies	-.261	.307	.199	5.032
Med. voorwaartse saccadelengte	-.031	.878	.318	3.142
Med. Totale leestijd	.657	.158	.061	16.484

De hiërarchische regressie is opgesplitst in twee modellen. Model 1 bestaat uit de significante variabelen *totaal aantal fixaties* en *gemiddelde fixatieduur*. In model 2 zijn de overige onafhankelijke variabelen er aan toegevoegd. In tabel 2 is te zien dat de $R^2=.296$ in model 1. Wanneer de overige predictoren erbij worden gevoegd stijgt de R^2 naar .349. De toevoeging van de overige predictoren is dus niet significant (Sig. F. Change=.260).

⁵ De assumpties waar de data aan voldoen zijn: variabele types (kwantitatief of categoriaal), non-zero variantie, lineariteit, outliers en multicollineariteit (Field, 2009).

Tabel 2 Hiërarchische regressieanalyse EMT – Eye-tracking taak. De onafhankelijke variabelen zijn opgedeeld in twee modellen. Model 1) totaal aantal fixaties, gemiddelde fixatieduur; Model 2 Totaal aantal fixaties, gemiddelde fixatieduur, aantal regressies, mediane voorwaartse saccadelengte, mediane totale leestijd.

Model	R Square	Rsquare Change	Sig. F Change
1	.296	.296	.000
2	.349	.053	.260

Uit de multiple regressie voor toetscore op de DMT en de eye-tracking variabelen bleek dat $R^2 = .279$. Het model is significant (Sig. < 0.01), 27.9% van de variantie wordt verklaard door het eye-tracking model. Echter, geen van de predictoren is significant (Sig. > 0.05). Wel blijkt dat *totaal aantal fixaties* (Beta = -.613) en *gemiddelde fixatieduur* (Beta = -.368) de meeste invloed hebben op de voorspelbaarheid van de toetscore op de DMT (Tab. 3). Deze twee variabelen blijken het grootste deel van de R^2 te verklaren, $R^2 = .252$ (Tab. 4). De overige variabelen voegen dus maar een zeer gering en niet significant gedeelte toe, aangezien alle onafhankelijke variabelen samen leidt tot $R^2 = .279$.

Tabel 3 Gegevens regressieanalyse DMT – Eye-trackingvariabelen

	Collinearity Statistics			
	Beta	Sig	Tolerance	VIF
Totaal aantal fixaties	-.613	.110	.100	10.030
Gemiddelde fixatie duur	-.368	.121	.259	3.857
Aantal regressies	-.302	.262	.199	5.032
Med. voorwaartse saccadelengte	.106	.619	.318	3.142
Med. Totale leestijd	.518	.288	.061	16.484

Tabel 4 Hiërarchische regressieanalyse DMT - Eye-tracking taak. De onafhankelijke variabelen zijn opgedeeld in twee modellen. Model 1) totaal aantal fixaties, gemiddelde fixatieduur; Model 2 Totaal aantal fixaties, gemiddelde fixatieduur, aantal regressies, mediane voorwaartse saccadelengte, mediane totale leestijd.

Model	R Square	Rsquare Change	Sig. F Change
1	.296	.296	.000
2	.349	.053	.260

Opmerkelijk is dat de variabele *mediane voorwaartse saccadelengte* in tabel 1 een negatieve Beta (-.031) en in tabel 3 een positieve Beta (.106) heeft. Wanneer je naar de

spreidingsdiagrammen in figuur 2 kijkt waarin de *mediane voorwaartse saccadelengte* is uitgezet tegen de DMT en tegen de EMT is te zien dat beiden een (zeer zwakke) positieve R^2 hebben.

Ook is het opmerkelijk dat de Beta voor de variabele *mediane totale leestijd* positief is in beide regressies (Beta=.657 en Beta=.518). De oorspronkelijke verwachting zou een negatief verband zijn tussen de score op de technische leestoets en *mediane totale leestijd*. Wanneer we de onafhankelijke variabele apart in een spreidingsdiagram zien, blijkt dit ook te kloppen (zie fig. 2). Waarschijnlijk is de Betamediane totale leestijd in de regressieanalyses positief door een (te) sterke correlatie (zie VIF, Tolerance tab.1 en tab.3) met de andere variabelen in het regressiemodel.

4. Discussie

De centrale vraag in dit onderzoek is of oogbewegingsmaten iets kunnen zeggen over het (technisch) leesniveau van een lezer. Deze vraag is geprobeerd te beantwoorden door te onderzoeken of er een correlatie bestaat tussen verschillende oogbewegingsmaten en de score op technische leestoetsen. De verwachting was dat fixatieduur, aantal fixaties, aantal regressies, saccadelengte en gemiddelde totale leestijd voorspellers zouden zijn voor de score op de technische leestoetsen. Uit onderzoek bleek namelijk dat juist deze maten variëren voor verschillende soorten lezers (Rayner, 1996; O'Regan, 1990; McConkie et al.; 1991; Joseph et al., 2009). De verwachting was dat hoe lager de score op de technische leestoetsen, hoe langer de fixatieduur, hoe meer fixaties en regressies, hoe korter de saccadelengte en hoe langer de totale leestijd van de tekst zou zijn.

Uit de resultaten blijkt dat er wel degelijk een relatie bestaat tussen het eye-tracking model en de technische leestoetsen. Er lijken echter nog veel haken en ogen te zitten aan het eye-tracking model en er is slechts een deel van de hypothesen bevestigd. Het aantal fixaties en de fixatieduur blijken in deze studie de belangrijkste voorspellers voor de score op de technische leestoetsen, maar is alleen significant voor de EMT. Bij een lagere score voor technisch lezen nemen het aantal fixaties en de fixatieduur toe. Er bestaat dus een negatieve relatie tussen deze variabelen en de technische leestoetsen. Dit komt overeen met bevindingen van o.a. McConkie et al. (1991) en Joseph et al. (2009). De overige oogbewegingsmaten die verondersteld werden als voorspellers van het technisch leesniveau (saccadelengte, aantal regressies en totale leestijd) zorgen echter voor discussie. Hoewel van te voren verwacht werd dat de totale leestijd een negatieve relatie zou hebben met het technisch leesniveau blijkt dit in dit model geen sterke maat te zijn om het technisch leesniveau mee te bepalen. De totale leestijd en de score op de technische leestoetsen hebben apart genomen wel een negatieve relatie, maar doordat de totale leestijd teveel overlapt met de overige oogbewegingsmaten die

voor dit model gekozen zijn, lijkt het in deze samenstelling geen extra informatie toe te voegen. Het aantal regressies geeft in deze analyse geen significant resultaat, terwijl O'Regan (1990) en Ehrlich & Rayner (1983) wel degelijk concludeerden dat het aantal regressies en de plaatsing van regressies beïnvloed wordt door de moeilijkheid van een tekst en het niveau van de lezer. Toch lijkt er in deze studie een (nu nog zwakke) negatieve relatie te bestaan tussen de toetsscore op technisch lezen en het aantal regressies (zie tab. 1 en 3). In acht nemend dat er slechts een klein aantal leerlingen getest is, zou er gesuggereerd kunnen worden dat er wellicht bij een grotere steekproef een sterker effect ontstaat voor het aantal regressies als maat om het technisch leesniveau te bepalen. Het is misschien ook te wijten aan de (te) makkelijke teksten die voor de eye-tracking taak gebruikt zijn. In dit model lijkt de voorwaartse saccadelengte vrijwel geen relatie te hebben met de score op de technische leestoetsen, ondanks dat onderzoek van Joseph et al. (2009) aantoonde dat er een verschil is tussen de saccadelengte van kinderen en volwassenen. Wanneer er gekeken wordt naar de enkelvoudige relatie tussen beide variabelen, is er sprake van een zeer zwak lineair verband (zie fig. 2). Dit is ook te zien in de regressieanalyse waarin de voorwaartse saccadelengte vrijwel geen effect heeft en geen goede maat is om het technisch leesniveau mee te bepalen. Een mogelijke oorzaak hiervoor zou kunnen zijn dat de toetsen afgenomen zijn bij jonge lezers waarvan de meesten waarschijnlijk nog geen volledig ontwikkelde lezers zijn. De voorwaartse saccadelengte zou een maat kunnen zijn die bij deze jonge lezers nog niet goed genoeg ontwikkeld is. Dit zou verklaren waarom de saccadelengte voor deze groep geen variatie vertoont tussen de betere en minder goede technische lezers, de saccadelengte is voor de meesten nog hetzelfde. Het is ook mogelijk dat de teksten die gelezen moesten worden te makkelijk waren. Doordat de teksten te simpel taalgebruik bevatten en er geen moeilijke woorden in de teksten voorkwamen is het mogelijk dat zowel de minder goede lezers als de betere lezers ongeveer even lange saccades maakten. Er zou mogelijk een ander beeld zijn ontstaan als de teksten moeilijker waren geweest.

Over het algemeen lijkt dit eye-tracking model nog geen perfect model te zijn om het technisch leesniveau ermee te bepalen. De vraag is in hoeverre de eye-tracking taak in staat is onderscheid te maken tussen technisch en begrijpend lezen. Voor de DMT en de EMT is dit duidelijker, een lezer probeert zo snel mogelijk tekens om te zetten naar klanken. De eye-tracking taak is complexer dan de DMT en de EMT; tijdens de eye-tracking taak moet er een tekst gelezen worden en naderhand worden er vragen over de inhoud van de tekst gesteld. Dat er tijdens deze taak samenhangende zinnen gelezen moeten worden in plaats van losse woorden en er ook nog eens vragen over de teksten worden gesteld kunnen redenen zijn dat een persoon meerdere cognitieve functies gebruikt tijdens de eye-tracking taak dan tijdens de technisch lezen toets. Het zou dus

mogelijk kunnen zijn dat de variatie van de oogbewegingsmaten voor een gedeelte verklaard wordt door het technisch leesniveau, maar ook afhankelijk is van andere cognitieve processen die informatie verwerken tijdens de eye-tracking taak. De invloed van de andere (cognitieve) processen tijdens het lezen van zinnen, zoals gebruik maken van het geheugen om de inhoud van de zin en de tekst te onthouden en het toepassen van een leesstrategie, zou het leesproces kunnen beïnvloeden en verklaren waarom het eye-tracking model maar voor een deel in staat is om de score op de technische leestoetsen te voorspellen.

Hoe nu verder? Wat kan er nog verwacht worden van deze techniek en wat zijn mogelijke plannen om met oogbewegingsregistratie het technisch leesniveau te bepalen? Hoewel de oogbewegingsmaten in deze studie nog niet voldoende lijken te correleren met technische leestoetsen is de hoop voor de toekomst zeker niet opgegeven. Het zou nuttig zijn om in een vervolgonderzoek niet alleen naar de correlatie te kijken tussen de eye-tracking taak in z'n huidige vorm en een simpele technisch lezen toets zoals de DMT, maar ook te kijken hoe en of de eye-tracking taak correleert met een meer vergelijkbare (begrijpend) lezen toets. In dit onderzoek worden eigenlijk twee heel verschillende soorten leestoetsen gebruikt. De ene toets wordt uitgevoerd door stil te lezen, terwijl er bij de andere toetsen juist hardop gelezen moet worden. Voor de ene taak moeten er enkel woorden gelezen worden, terwijl er zinnen moeten worden gelezen voor de andere taak. Misschien dat wanneer de eye-tracking taak vergeleken wordt met een meer gelijke leestoets zoals Leestempo en Leestechiek (Krom & Kamphuis, 2001) dit een sterkere relatie oplevert. Hier moet natuurlijk wel bij opgemerkt worden dat ook Leestempo en Leestechiek hetzelfde tracht te meten als de DMT en de EMT, namelijk het technisch leesniveau. Het zou ook interessant zijn om een vergelijkbaar onderzoek uit te voeren met moeilijkere teksten. Mogelijk zijn de teksten van de eye-tracking taak te simpel waardoor de tekst in dit onderzoek ook voor zwakke lezers goed te lezen was en er dus moeilijk onderscheid gemaakt kon worden tussen goede en zwakke lezers. Door de moeilijkheidsgraad van de teksten te verhogen zou dit kunnen worden tegengegaan. Dit probleem zou ook vermeden kunnen worden door een standaard leestoets af te nemen met en zonder eye-tracking en vervolgens de correlatie te onderzoeken tussen de scores en de oogbewegingsmaten. De EMT en DMT zouden hier wellicht minder geschikte testen voor zijn, aangezien er tijdens deze leestoetsen alleen losse woorden gelezen moeten worden. Een leestoets als Leestempo en Leestechiek zou echter wel af te nemen zijn met en zonder eye-tracking. Tevens is het mogelijk dat de variabelen die gekozen zijn voor dit eye-tracking model geen optimale combinatie vormen. Hoewel de keuze van de variabelen gebaseerd zijn op resultaten uit eerdere onderzoeken blijkt dat de variabelen onderling nogal hoog correleren. Het zou interessant kunnen zijn om voor een

vervolgstudie een model te kiezen met (minder) variabelen die onderling juist niet hoog correleren.

Kortom er blijft nog veel te onderzoeken omtrent eye-tracking als middel om het leesvaardigheid niveau te bepalen. Hoewel deze studie misschien niet helemaal voldoet aan de verwachtingen, levert het wel degelijk een bijdrage aan onderzoek omtrent eye-tracking en leesvaardigheid en geeft het nieuwe inzichten en openingen voor vervolgonderzoek.

5. Referenties

- Bos, K.P. van den, Spelberg, H.C, Scheeptra, A.J.M., Vries, J.R de (1994). De Klepel vorm A en B; Verantwoording, handleiding, diagnostiek en behandeling. Nijmegen: Berkhout Testmateriaal.
- Blanchard, H.E., McConkie, G.W., Zola, D., Wolverton, G.S. (1984). The time course of visual information utilization during fixations in reading. *Journal of Experimental Psychology, Human perception and performance*, 10, 75-89.
- Brus, B.T., Voeten, M.J.M. (1973). Eén-Minuut-Test vorm A en B; Verantwoording en Handleiding. Nijmegen: Berkenhout Testmateriaal.
- Brus, B.T., Voeten, M.J.M. (1973). Eén-Minuut-Test vorm A en B; Verantwoording en Handleiding. Nijmegen: Berkenhout Testmateriaal.
- Coltheart, M. (1978). Lexical access in simple reading tasks. In G. Underwood (Ed.), *Strategies of information processing*, 151-216. New York: Academic Press.
- Daneman, M, Carpenter, P.A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of verbal learning and verbal behaviour*, 19, 450-466.
- Eden, G.F., Stein, J.F., Woon, H.M., Wood, F.B. (1994). Differences in eye movements and reading problems in dyslexic and normal children. *Vision Research*, 34, 1345-1358.
- Ehrlich, K., Rayner, K. (1983) Pronoun assignment and semantic integration during reading: Eye movements and immediacy of processing. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 22, 75-87.
- Field, A., (2009) *Discovering statistics using SPSS*, third edition, p. 197 - 263. SAGE Publications Ltd.
- Inspectie van het Nederlandse onderwijs (2008). De staat van het onderwijs; onderwijsverslag 2007/2008. Inspectie van het Onderwijs, Nederland.
- Joseph, H.S.S.L., Liversedge, S.P., Blythe, H.I., White, S.J., Rayner, K. (2009). Word length and landing position effects during reading in children and adults. *Vision Research*, 49, 16, 2078-2068.
- Krom, R.S.H., Kamphuis, F. H. (2001). Wetenschappelijke verantwoording van de toetsserie Leestechiek en Leestempo. Arnhem: Cito.
- McConkie, G. W., Zola, D., Grimes, J., Kerr, P. W., Bryant, R. B., & Wolff, P. M. (1991). Children's eye movements during reading. In J. F. Stein (Ed.), *Vision and visual dyslexia*. London: Macmillan.
- Martos, F.J., Vila, J. (1990). Differences in eye-movement control among dyslexic, retarded and normal readers in the Spanish population. *Reading and Writing*, 2, 175-188.
- Moelans, F., Kamphuis, F., Verhoeven, L. (2003) Verantwoording drie-minuten-test. Arnhem: Cito.

- Munakata, Y., O'Reilly, R. C., and Morton, J. B. (2007). Developmental and computational approaches to variation in working memory. In A. Conway, C. Jarrold, M. Kane, A. Miyake, & J. Towse (Eds.) *Variation in Working Memory*, Oxford University Press.
- Pavlidis, G.T. (1981). Do eye movements hold the key to dyslexia? *Neuropsychologia*, 19, 57-64.
- Perfetti, C.A. (1998). Learning to read. In: P. Reitsma & L. Verhoeven (Eds.), *Literacy problems and interventions*, 15-48. Dordrecht: Kluwer.
- Rayner, K. (1983). Eye movements, perceptual span, and reading disability. *Annals of Dyslexia*, 33, 163-173.
- Rayner, K. (1986). Beginning readers and the perceptual span in beginning and skilled readers. *Journal of Experimental Child Psychology*, 41, 211-236.
- Rayner, K., Raney, G.E. (1996). Eye movement control in reading and visual search: Effects of word frequency. *Psychonomic Bulletin & Review*, 3, 238-244.
- Rayner, K. (1997). Understanding eye movements in reading. *Scientific studies of reading*, 1, 4, 317-339.
- Rayner, K., (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 124, 3, 372-422.
- Stichting Lezen & Schrijven (2004). Geraadpleegd op 1 maart 2011, <http://www.lezenenschrijven.nl/nl/analfabetisme/>
- Verhoeven, L.T. (1993). Drie-Minuten-toets, handleiding. Arnhem: Cito.
- Zangwill, O.L., Blakemore, C. (1972). Dyslexia: Reversal of eye-movements during reading. *Neuropsychologia*, 10, 371-371

6. Bijlagen

6.1. Bijlage 1 Instructie Reading Span taak

Instructie Reading-span taak

Je krijgt zometeen zinnen aangeboden op het scherm. Per scherm verschijnt er één zin. Het laatste woord van de zin verschijnt iets later op het scherm. De zinnen worden aangeboden in blokken met verschillende lengtes. Als het blok eindigt krijg je deze tekens >>> te zien.

Taak proefpersoon:

- Lees de zin hardop voor.
- Onthoud het laatste woord van iedere zin.
- Als er een scherm in beeld komt met >>> , noem dan de woorden die je onthouden hebt in de juiste volgorde op.
- Daarna begint er een nieuw blok en voer je de taak opnieuw uit.

6.2. Bijlage 2 Instructie Eye-tracking taak

Instructie eye-tracking taak

Wanneer je zo direct recht voor het scherm zit met je kin op de kinsteun en je voorhoofd tegen de hoofdsteun, gaat het experiment beginnen. Je oogbewegingen worden gemeten met de camera die voor je staat. Het is erg belangrijk dat je tijdens het experiment zo stil mogelijk blijft zitten.

Eerst worden je ogen gekalibreerd, de eye-tracker wordt dus ingesteld op je ogen. Het is de bedoeling dat je de stip die op het scherm verschijnt met je ogen volgt. Als dit gelukt is begint het testgedeelte.

Je ziet zometeen een fixatiekruis in het scherm. Richt je ogen op het kruis. Vervolgens verschijnt er een tekst. Lees deze tekst aandachtig. Wanneer je klaar bent met lezen kun je dit aangeven door bv hardop 'ja' te zeggen. Na de tekst volgen er 3 meerkeuzevragen over de tekst. Lees de vragen aandachtig en noem het goede antwoord op (a,b,c of d). Nadat je alle vragen beantwoord hebt, verschijnt er weer een fixatiekruis in beeld waar je je ogen op moet richten. Vervolgens ga je verder met de volgende tekst. De testleider zorgt er telkens voor dat er een nieuw scherm verschijnt nadat jij aan hebt gegeven dat je klaar bent met lezen.

6.3. Bijlage 3 Zinnen reading-span taak

Ik ga op dinsdag altijd 's avonds naar tennisles
We gaan met de hele familie uit eten
Ik sta altijd meteen op als de wekker gaat
Vandaag zou het hard gaan regenen en stormen
De hond geeft een pootje aan zijn baas
Het boek staat nu al weken in de boekenkast
Opa leest een verhaal terwijl Sjors in slaap valt
Morgen gaan we op vakantie met het vliegtuig
Bo huilt en kijkt naar zijn geschaafde handen
Het valt niet mee om zo hard te werken

Mijn broer houdt meer van voetbal dan ik
Ze keek in de lachend in de grote spiegel
In de zomer moet je veel water te drinken
Op zondag gaan we altijd naar het grote park
Linda schrok toen ze de zwarte spin zag lopen
In de winter sneeuwt het soms erg hard
De vrouw keek stiekem of ze de man zag
De vrouw schrok erg toen het meisje viel
De fietser reed nog sneller dan een auto
De hond blafte hard toen hij de dief zag

In de zomer gaan veel mensen op vakantie
De kat rende hard achter de blaffende hond aan
Pieter gaat drie keer in de week tennissen
De auto botste hard tegen zijn voorganger aan
Veerle vindt zaterdag de leukste dag van de week
Ze verkoopt sieraden die ze zelf gemaakt heeft
Mijn broertje kon op zijn vijfde al goed zwemmen
Mijn vader werkt vaak tot laat in de avond
Het vliegtuig is zaterdag in zee neergestort
De vaas viel om en de bloemen lagen op de grond

Een fiets kan minder hard rijden dan een auto
De aarde is de enige planeet in het heelal
Een lantaarnpaal geeft minder licht dan de zon
Papier wordt gemaakt van het hout van bomen

Computers bestaan langer dan de rekenmachine
De meeste mensen gaan 's nachts naar hun werk
Bijna alle jongeren maken gebruik van computers
Slakken kunnen zich veel sneller bewegen dan muizen
Er bestaan geen groene appels die je kunt eten
Er wonen meer volwassenen in Nederland dan kinderen

Kinderen zijn niet verplicht om naar school te gaan
Teveel snoepen is erg slecht voor je tanden
Paarden zijn veel sterker en groter dan honden
Ieder land heeft een koningin die het land regeert
Met de euro kun je niet betalen in Europese landen
Zwart is de donkerste kleur die er bestaat
Rijk zijn is belangrijker dan een goede gezondheid
Het Nederlands elftal heeft heel veel goede zwemmers
Tijdens kerst hebben mensen een kerstboom in huis
In een ziekenhuis werken geen dokters en geen verplegers

Het is niet gezond als iemand veel rookt
De winkels sluiten 's avonds pas om tien uur
Kinderen weten vaak niet hoe een computer werkt
Een beroemd persoon deelt vaak een handtekening uit
Een kilo veren is zwaarder dan een kilo stenen
Er zijn veel meer leeuwen op aarde dan koeien
Het is belangrijk dat jonge baby's veel slapen
Leeuwen en tijgers zijn erg gevaarlijke wilde dieren
Als er iemand ziek is wordt de brandweer gebeld
De aarde is rond maar de maan is vierkant

In de auto moet je altijd een gordel dragen
Een duizendpoot heeft meer poten dan een spin
Leeuwen leven in het bos en zijn vaak lief
Een toren is minder hoog dan een huis
Parijs ligt in Frankrijk en is een grote stad
Op een boerderij leven veel schapen en olifanten
Een postbode bezorgt op zondag nooit de post
Als een stoplicht op rood staat moet je stoppen
Bij de bakker kun je brood en vlees halen

Een bus heeft meer wielen dan een auto

In steden leven vaak meer mensen dan in dorpen

Met een fototoestel kun je mooie foto's maken

6.4. Bijlage 4 Teksten Eye-tracking taak

oefenvoorbeeld

Begin september begon het nieuwe schooljaar. Floor ging nu naar groep 8 en vond het erg spannend. Ze was in de zomervakantie verhuisd naar een andere stad. Floor had haar vriendinnen achter moeten laten en was hier erg verdrietig over. Ze kende niemand in de nieuwe stad waar ze naartoe zouden verhuizen. Maar Floor was een spontaan meisje en gelukkig leerde ze al snel haar buurmeisje kennen. Ze waren even oud en konden erg goed met elkaar opschieten. Floor wilde graag bij haar buurmeisje in de klas. Haar vader belde de directeur van school en al snel was het geregeld. Zo had Floor gelijk een vriendinnetje in de nieuwe klas.

- 1 Waarom vond Floor het erg spannend om naar school te gaan?
 - a) omdat ze nu al naar groep 7 ging
 - b) omdat ze school altijd erg leuk vind
 - c) omdat ze naar een nieuwe school gaat
 - d) omdat ze nu een nieuwe leraar krijgt

- 2 Wie leerde Floor kennen in de nieuwe stad?
 - a) een aardige jongen
 - b) haar buurmeisje
 - c) ze leerde niemand kennen
 - d) een oud vriendinnetje

- 3) Wie had geregeld dat Floor bij haar buurmeisje in de klas kwam?
 - a) de directeur van de school
 - b) de vader van Floor
 - c) de tante van Floor
 - d) de moeder van Floor

Tekst 1

Pieter houdt erg van tennissen. Hij tennist al sinds zijn zesde jaar. In het begin kon hij het niet zo goed. Hij oefende elke dag heel hard. Pieter werd steeds beter en besloot ook mee te doen aan wedstrijden. Op een zaterdagochtend had hij zijn eerste wedstrijd. Hij was erg zenuwachtig. Toen hij zijn tegenstander zag dacht Pieter dat hij zou gaan verliezen. De tegenstander was namelijk veel groter en tenniste al een aantal jaar langer. Toch deed Pieter zijn best. Hij gaf niet op en dacht aan de trucjes die hij tijdens tennisles geleerd had. Daar was de tegenstander niet tegen opgewassen en Pieter won.

- Welke sport vindt Pieter erg leuk?
- a) Voetbal.
 - b) Tennis.
 - c) Hockey.
 - d) Zwemmen.

Waarom dacht Pieter eerst dat hij ging verliezen?

- a) Zijn tegenstander was veel groter en tenniste langer dan Pieter.
- b) Pieter voelde zich niet erg fit.
- c) Pieter is meestal erg angstig als hij wedstrijden moet spelen.
- d) Zijn tegenstander had bijna alle voorgaande wedstrijden gewonnen.

Hoe kon Pieter uiteindelijk toch winnen?

- a) Zijn tegenstander gaf het op.
- b) Pieter gaf niet op en speelde slimmer door zijn trucs te gebruiken.
- c) Zijn tegenstander bleek helemaal niet te kunnen tennissen.
- d) Zijn tegenstander liep een blessure op tijdens de wedstrijd.

Tekst 2

Sjoerd was alleen thuis. Zijn ouders waren op vakantie naar een ver en warm land. Sjoerd bleef thuis om op de hond te passen. Hij loopt altijd veel met de hond. De hond moet drie keer per dag uitgelaten worden. Sjoerd liep voor de laatste keer die dag een rondje. Toen hij weer bijna thuis was, zag hij ineens iets bewegen om het hoekje van het huis. Hij werd een beetje bang en dacht dat het misschien een inbreker was. Nu durfde hij niet meer naar binnen. Ineens kreeg hij het idee om de hond erop af te sturen. De inbreker zou vast bang zijn en weg rennen als hij zo'n grote hond op zich af zou zien komen.

Waar waren de ouders van Sjoerd?

- a) Zijn ouders waren werken.
- b) Zijn ouders waren op visite.
- c) Zijn ouders waren op vakantie.
- d) Zijn ouders waren op wereldreis.

Hoe vaak laat Sjoerd de hond uit?

- a) 2 keer per dag.
- b) 1 keer 's ochtends en 1 keer 's avonds.
- c) 3 keer per dag.
- d) 2 tot 3 keer per dag.

Waarom schrok Sjoerd?

- a) Omdat de hond ineens ging blaffen.
- b) Hij hoorde het geluid van een raam dat werd ingeslagen.
- c) Omdat de hond wegrende.
- d) Sjoerd zag iets bewegen om het hoekje van het huis.

Tekst 3

Iedere dinsdag en donderdag komt oma bij Janneke op bezoek. De ouders van Janneke werken de hele week.

Als Janneke naar huis gaat, is oma al op haar aan het wachten. Ze praten over wat er allemaal is gebeurd op school. Op een middag kwam Janneke heel vrolijk thuis. Oma vroeg waarom ze zo blij was. Janneke vertelde dat ze een heel hoog cijfer voor een moeilijke rekentoets gehaald had. Oma was erg trots en besloot haar flink te verwennen. Ze bakte een citroentaart. Toen de taart klaar was namen oma en Janneke een groot stuk. Janneke vroeg aan oma of ze voortaan iedere week zo'n lekkere taart wilde bakken.

Wie komt er iedere week op bezoek bij Janneke?

- a) De oom van Janneke.
- b) Een vriendin van Janneke's moeder.
- c) De oma van Janneke.
- d) Een banketbakker.

Waarom komt Janneke blij thuis?

- a) Omdat haar oma er weer is.
- b) Omdat er een taart voor haar was gebakken.
- c) Omdat ze een goed cijfer had voor een toets.
- d) Omdat ze een erg goede spreekbeurt had gehad.

Wat voor taart had oma gebakken?

- a) Slagroomtaart
- b) Citroentaart
- c) Chocoladetaart
- d) Limoen-kwarktaart

6.5. Bijlage 5 Weergave outlier(s) in boxplots

Boxplots van data per variabele. Proefpersoon 25 wordt voor 5 van de 7 variabelen weergegeven als outlier.

