

Running head: DE ROL VAN TIMING IN DE RELATIE TUSSEN FIJNE MOTORIEK EN LEZEN

Timing als onderliggend mechanisme van fijn-motorische vaardigheden en woordleesvaardigheid bij leerlingen in groep 4 en 6 van het reguliere basisonderwijs.

K.V.E. de Groot (s4086163)

Rijksuniversiteit Groningen

Faculteit der Gedrags- en Maatschappijwetenschappen

PAMA5166: Masterthesis Pedagogische Wetenschappen (track: Orthopedagogiek)

Eerste beoordelaars: dr. S. Houwen & dr. B.J.A. de Groot

Tweede beoordelaar: Prof. dr. Matthijs Warrens

Juni 16, 2023

Aantal woorden: 9989

Abstract

There seems to be a relationship between fine motor skills and (technical) reading ability in children. This relationship has been studied primarily in children with atypical development such as Developmental Coordination Disorder (DCD) or dyslexia. Also in children without developmental disabilities, the relationship between fine motor skills and (technical) reading ability seems to exist. However, the question as to what mechanism underlies this relationship is not yet sufficiently understood. Timing is one of the mechanisms that could potentially play a role in this relationship. The current study, therefore, aimed to investigate the relationship between fine motor skills and technical reading ability and the role of timing in it. Data were collected from 109 children from the second (39%) and fourth grade of schools for regular primary education in the Netherlands. Instruments were administered regarding fine motor skills (Movement Assessment Battery for Children-2), reading skills (Een Minuut Test-Klepel, Continu Benoemen & Woorden Lezen, Fonemische Analyse Test-R) and timing (experimental finger tapping task). The results of the hierarchical multiple regression analysis showed that there was no relationship between fine-motor skills and reading ability. Also, no support was provided for the hypothesis that timing plays a role in this relationship. However, these results should be interpreted with caution, and additional research is needed to understand and confirm the findings. Follow-up research is needed to demonstrate the psychometric quality of the experimental finger tapping task used and the created measure of timing. Furthermore, research is recommended to investigate the influence of age on the relationship between fine motor skills and reading skills.

Keywords: timing, technical reading skills, fine motor skills, finger tapping task

Samenvatting

Er lijkt een relatie te bestaan tussen fijn-motorische vaardigheden en (technische) woordleesvaardigheid bij kinderen. Deze relatie is vooral onderzocht bij kinderen met een atypische ontwikkeling zoals *Developmental Coordination Disorder (DCD)* of dyslexie. Ook in de populatie van kinderen zonder ontwikkelingsstoornis lijkt de relatie tussen fijn-motorische vaardigheden en (technische) woordleesvaardigheid te bestaan. Welk mechanisme er echter ten grondslag ligt aan deze relatie, wordt nog onvoldoende begrepen. Timing is één van de mechanismes die een mogelijke rol zou kunnen spelen in deze relatie. Huidig onderzoek had daarom als doel om de relatie tussen fijn-motorische vaardigheden en (technische) woordleesvaardigheid en de rol van timing hierin te onderzoeken. Data zijn verzameld bij 109 kinderen uit groep 4 (39%) en 6 van het reguliere basisonderwijs in Nederland. Er zijn instrumenten afgenomen met betrekking tot de fijn-motorische vaardigheden (Movement Assessment Battery for Children-2), leesvaardigheden (Een Minuut Test-Klepel, Continu Benoemen & Woorden lezen, Fonemische Analyse Test-R) en timing (Vingertiktaak). De resultaten van de hiërarchische meervoudige regressieanalyse lieten zien dat er geen verband bestaat tussen fijn-motorische vaardigheden en (technische) woordleesvaardigheid. Ook is er geen steun geleverd voor de hypothese dat timing een rol speelt in dit verband. De resultaten moeten echter met voorzichtigheid worden geïnterpreteerd en er is aanvullend onderzoek nodig om de bevindingen te kunnen begrijpen en bevestigen. Vervolgonderzoek zal aan moeten tonen wat de psychometrische kwaliteit is van de gebruikte vingertiktaak en de gecreëerde maat voor timing. Verder wordt aanbevolen om meer onderzoek te doen naar de invloed van leeftijd op het verband tussen fijn-motorische vaardigheden en (technische) woordleesvaardigheid.

Trefwoorden: timing, (technische) woordleesvaardigheid, fijn-motorische vaardigheden, vingertiktaak

Timing als onderliggend mechanisme van fijn-motorische vaardigheden en (technische) woordleesvaardigheid bij leerlingen in groep 4 en 6 van het reguliere basisonderwijs.

Uit verschillende onderzoeken blijkt dat er een verband is tussen motorische vaardigheden en leesvaardigheid bij kinderen met een reguliere ontwikkeling (bijv. de Bruijn et al., 2019; MacDonald et al., 2018). Ook bij kinderen met een atypische ontwikkeling, zoals *Developmental Coördination Disorder* (de Waal et al., 2018) en dyslexie (Fawcett & Nicholson, 2004), is het verband tussen motoriek en leesvaardigheid aangetoond. Leerlingen met leesproblemen hebben vaker last van motorische problemen en vice versa (Brookes et al., 2010; Vuolo et al., 2017). Er is nog weinig bekend over de gemeenschappelijke onderliggende processen van motorische vaardigheden en leesvaardigheden. Onderzoek bij kinderen met atypische ontwikkelingen suggereert wel dat timing hierin een mogelijke rol kan spelen (Chaix et al., 2007). Er is echter nog weinig bekend over dit mogelijke verklarende mechanisme bij kinderen zonder ontwikkelingsproblematiek. Deze kennis kan van belang zijn om motorische- en leesproblemen vroegtijdig te kunnen signaleren en ondersteuning te kunnen bieden. Het huidige onderzoek richt zich in het bijzonder op de rol van timing in het verband tussen fijn-motorische vaardigheden (FMV) en de (technische) woordleesvaardigheid (WL) in de normale basisschoolpopulatie.

Motorische vaardigheden zijn het geheel van bewegingen van lichaamsdelen dat bewust, doelgericht uitgevoerd wordt en aangeleerd is, op te delen in grove en fijne vaardigheden (Leman, & Bremmer, 2019). De grove motoriek omvat alle grote spierbewegingen zoals lopen, rennen en springen (Hoch et al., 2020). FMV omvatten kleine spierbewegingen die nauwkeurige oog-handcoördinatie vereisen (Luo et al., 2007, p. 596). Voorbeelden zijn overtrekken, puzzelen en grijpen (Hudson et al., 2020). Over het algemeen wordt in onderzoek gesuggereerd dat zowel de grove als de fijne motoriek gerelateerd zijn aan leesvaardigheden. Echter betekent dit niet dat beide via hetzelfde mechanisme lopen (Gonzalez et al., 2019). Hier is gekozen om de grove motoriek buiten beschouwing te laten en zal het huidige onderzoek zich zoals gezegd verder richten op de FMV.

Kinderen op de basisschool besteden gemiddeld 30 tot 60% van hun schooltijd aan FMV zoals schrijven (Feder & Majnemer, 2007). De ontwikkeling van FMV is cruciaal voor de motorische en cognitieve ontwikkeling. Zo is er vaak sprake van verminderde FMV bij kinderen die op school minder goed presteren (Rueckriegel et al., 2008). Tijdens de schooltijd worden FMV snel ontwikkeld door zowel ontwikkelingsrijping als oefening (Accardo et al., 2013). FMV ontwikkelen zich in de leeftijd van 6-7 jaar snel. Kinderen van 7-8 jaar (groep 4) bereiken vervolgens doorgaans een plateau in de ontwikkeling van FMV,

DE ROL VAN TIMING IN DE RELATIE TUSSEN FIJNE MOTORIEK EN LEZEN

waarna kinderen deze in de leeftijd van 9-10 jaar (groep 6) verder automatiseren (Feder & Majnemer, 2007). Nieuwe FMV moeten vaak herhaald en geoefend worden, voordat er uiteindelijk sprake is van automatisering (Edwards, 2010). Om dergelijke taken te automatiseren en zo vloeiend en nauwkeurig mogelijk uit te kunnen voeren, is timing van belang. Timing verwijst hierbij naar de precisie waarmee bewegingen worden uitgevoerd als reactie op temporele signalen (Trainor et al., 2018). Het cerebellum integreert sensorische informatie¹ en is betrokken bij bewegingen waarbij timing van belang is, door spieren via zenuwbanen de opdracht te geven om op het juiste moment aan te spannen. Dit proces is essentieel voor het uitvoeren van nauwkeurige en tijdige bewegingen zoals schrijven of iets vastgrijpen (Hadders-Algra & Dirks, 2006).

Sensorische integratie is niet alleen bij FMV van belang, maar ook bij andere cognitieve vaardigheden, zoals lezen (Brenzitz, 2006). Leesvaardigheid is een vereiste om goed te kunnen functioneren in het dagelijks leven en van groot belang in het onderwijs om tot informatieverwerking te komen (Struiksma et al., 2018). Zo ondervinden leerlingen met een zwakke leesvaardigheid bijvoorbeeld vaak tevens problemen bij rekenen of scheikunde (Swanson et al., 2014). Voor het begrijpend lezen is met name ook de ontwikkeling van de (technische) woordleesvaardigheid (WL) van groot belang, omdat het vloeiend en nauwkeurig kunnen lezen van belang is om de betekenis van een tekst te begrijpen (Cunningham, 2001).

De totstandkoming van WL kan worden uitgelegd aan de hand van het zogeheten *Dual Route Model (DRM)* (Coltheart et al., 1993), dat twee cognitieve routes onderscheidt om te komen tot woordlezen. Beginnende lezers zullen met name gebruik maken van de sub-lexicale route. Dit is de route waarbij de lezer een geschreven woord kan ‘verklanken’. Dit gebeurt door het identificeren en koppelen van de samenstellende delen van een woord aan klanken, respectievelijk grafemen (schrifttekens) en fonemen (taalklanken). Voor de sub-lexicale route is met name het zogeheten fonemisch bewustzijn van groot belang, oftewel het besef is dat woorden bestaan uit letters en dat deze letters gekoppeld kunnen worden aan afzonderlijke klanken (De Jong, & Wolters, 2002).

De tweede cognitieve route volgens de DRM is de lexicale route. Dit is de route waarbij geoefende lezers bekende woorden kunnen herkennen door middel van hun mentaal ‘woordenboek’ dat kennis bevat over de spelling en uitspraak van ‘opgeslagen’ woorden. Kennis van deze woorden, waaronder een klankrepresentatie, wordt hierbij rechtstreeks opgehaald uit het langetermijngeheugen (Pritchard et al., 2012). Bij de lexicale route speelt de

¹ Sensorische informatie is de informatie die door zintuigen wordt geregistreerd (De Hoog et al., 2012)

DE ROL VAN TIMING IN DE RELATIE TUSSEN FIJNE MOTORIEK EN LEZEN

zogenoemde benoemsnelheid, in de Engelstalige literatuur bekend als RAN², een belangrijke rol. Bij dit proces draait het om het snel serieel kunnen ophalen en benoemen van bekende visuele stimuli uit het langetermijngeheugen. Gevorderde lezers maken met name gebruik van de lexicale route (Powell & Atkinson, 2021). In lijn met het DRM blijken het fonemisch bewustzijn en de benoemsnelheid belangrijke voorspellers te zijn voor WL (bijv. Landerl et al., 2012). Een nauwkeurige timing is voor beide voorspellers van belang. Bij fonemisch bewustzijn speelt timing een rol omdat het timingmechanisme werkzaam is binnen zowel visuele systemen als bij auditieve systemen (bijv. Livingstone et al., 1991). Een verstoorde timing kan hierdoor leiden tot een verminderde kwaliteit van het herkennen van tekens en het kunnen verbinden van deze tekens aan de juiste klanken (Wolf, & Bowers, 1993). Timing is bij benoemsnelheid belangrijk omdat de benoemsnelheid bestaat uit verschillende subprocessen die goed op elkaar afgestemd moeten zijn om vloeiend en efficiënt te kunnen lezen. Het gaat hierbij om aandachts-, conceptuele, fonologische, perceptuele, geheugen-, semantische- en motorische subprocessen (Wolf & Bowers, 1999).

In het kader van een mogelijke relatie tussen FMV en WL zijn er verschillende empirische onderzoeken uitgevoerd (Bijv. Potter et al., 2013; Suggate et al., 2018). Onderzoeken bij kinderen zonder ontwikkelingsstoornis hebben inconsistente resultaten laten zien. Zo hebben Suggate et al. (2018) geen significante verbanden aangetoond tussen FMV en WL. Dit onderzoek is uitgevoerd bij kinderen van 6 jaar oud, een leeftijd waarop er nog geen sprake is geweest van formeel leesonderwijs. Deze kinderen kregen een aantal FMV-, vroege leesvaardigheids- en cognitieve metingen. Uit de resultaten van dit onderzoek bleek dat FMV niet significant verband houdt met WL. Uit een onderzoek van Potter et al. (2013) werd dit verband echter wel aangetoond. Data van kinderen in de leeftijd van 4 tot 7 werden gebruikt om te bepalen of FMV verband houdt met academische vaardigheden zoals lezen en rekenen. Naast deze onderzoeken zijn er een aantal onderzoeken noemenswaardig die uitgevoerd zijn met bij kinderen met een atypische ontwikkeling. Zo heeft eerder onderzoek aangetoond dat kinderen met motorische problemen, zoals *Developmental Coordination Disorder (DCD)*³ vaker problemen hebben met leestaken dan kinderen zonder DCD (de Waal et al., 2018).

² Rapid Automatized Naming (RAN)

³ Vanuit de DSM-5 wordt DCD gekenmerkt door duidelijke stoornissen in de ontwikkeling van de motorische coördinatie, waarbij de uitvoering van motorische activiteiten (bijv. lopen, handschrift) duidelijk achterblijft bij wat verwacht wordt voor de chronologische leeftijd van het kind. De moeilijkheden hebben invloed in het dagelijkse leven en zijn niet te wijten aan een verstandelijke handicap of een neurologische aandoening (American Psychiatric Association, 2013).

DE ROL VAN TIMING IN DE RELATIE TUSSEN FIJNE MOTORIEK EN LEZEN

Verder blijken kinderen met dyslexie vaker problemen met motorische vaardigheden te hebben (Birkett, 2013).

Embodied Cognition (EC) theorieën ondersteunen de relatie tussen FMV en WL. Deze theorieën stellen dat kinderen nieuwe kennis beter kunnen verwerven en onthouden door middel van zintuiglijke en lijfelijke ervaringen (Glenberg et al., 2013). Een theorie die bij EC aansluit en daarmee het verband tussen FMV en WL verder kan helpen verklaren is de cerebellaire theorie van dyslexie (Nicolson & Fawcett, 2001). Deze auteurs stelden dat disfunctie in het cerebellum de automatisering, zowel van FMV als WL, bemoeilijkt. Het cerebellum in het bijzonder blijkt zo, naast betrokkenheid bij motorische functies, ook een belangrijke rol te spelen in cognitieve vaardigheden zoals lezen (Richards et al., 2006).

In de literatuur zijn er verscheidene studies geweest die steun geven voor de cerebellaire theorie m.b.t. de combinatie van lees- en motorische problemen. Zo zijn in eerdere onderzoeken o.a. temporele verwerking, coördinatie en timing aangestipt om te onderzoeken of problemen met deze cognitieve mechanismen het defect in het automatiseringsproces kunnen verklaren (Biddle, 1996; Lachmann, 2018; Tallal, 1980). Hoewel in het huidige onderzoek het timingproces centraal staat, is het goed om tevens kort in te gaan op de hiervoor genoemde verwante processen, die mogelijk ook een rol in de relatie tussen FMV en WL. Temporele verwerking en coördinatie zijn timing-gerelateerde processen die eerder door masterstudenten Orthopedagogiek van de Rijksuniversiteit Groningen werden onderzocht. De Boer (2022) deed onderzoek naar de rol van temporele verwerking in het verband tussen motoriek en WL. Temporele verwerking is een timingmechanisme dat de verwerking van auditieve en visuele informatie mogelijk maakt. Uit het onderzoek van de Boer kwam naar voren dat temporele verwerking geen rol lijkt te spelen in het verband tussen motoriek en leesvaardigheid. Er bestond wel een significant verband tussen temporele verwerking en motorische vaardigheden. Uit onderzoek van Meilleur et al. (2020) komt naar voren dat temporele verwerking samenhangt met zowel lees- als motorische vaardigheden. Deze samenhang kan mogelijk verklaard worden met de temporele verwerkingstekorthypothese (Tallal, 1980). Deze hypothese suggereert dat kinderen met een verminderde leesvaardigheid moeite hebben met de waarneming van veranderende auditieve informatie, wat ook van invloed kan zijn op het motorische systeem omdat temporele verwerking noodzakelijk is voor het zien, volgen en coördineren van bewegingen.

Vergelijkbaar werd het proces coördinatie onderzocht door de masterstudenten Dreijer (2020) en Weijer (2022). Coördinatie van bijvoorbeeld spierbewegingen is mogelijk wanneer zintuiglijke informatie vanuit de hersenen en het ruggenmerg wordt geïntegreerd in het

DE ROL VAN TIMING IN DE RELATIE TUSSEN FIJNE MOTORIEK EN LEZEN

cerebellum. Vanaf hier worden er signalen via het ruggenmerg doorgegeven aan spieren om deze aan te sturen of te corrigeren (Fine et al., 2002). Mariën en Bogatti (2018) stellen dat het cerebellum op een soortgelijke manier betrokken is bij taal. Het cerebellum moet volgens deze auteurs de volgorde van taalprocessen en de timing hiervan goed kunnen coördineren aan de hand van de zintuigelijke informatie die wordt geïntegreerd in het cerebellum.

De Timing Deficit Hypothesis (TDH) (Biddle, 1996) bouwt voort op de rol van het cerebellum en op het belang van timing bij WL en FMV. Deze theorie stelt dat problemen met een onderliggend timingmechanisme, betrokken bij motorische, spraak-, auditieve en visuele verwerking, voor moeilijkheden bij de automatisering van lees- en motorische vaardigheden kunnen zorgen. Ter ondersteuning van de zojuist genoemde TDH is te zien dat mensen met een cerebellaire beschadiging minder goed presteren op een groot aantal taken waarbij nauwkeurige timing essentieel is (Ivry & Keele, 1989). Eerder is onderzoek gedaan naar tekorten in timing van kinderen met dyslexie door middel van een vingertiktaak (VTT) (Tiffin-Richards et al., 2004). In deze studie moesten kinderen bij deze taak ritmische patronen op verschillende snelheden met een metronoom meetikken op het toetsenbord van een laptop. Kinderen met dyslexie bleken, in vergelijking met kinderen zonder dyslexie, slechter te presteren op de VTT. Vooral naarmate de taak complexer werd, verslechterden de timingsprestaties van de kinderen met een atypische ontwikkeling (Tiffin-Richards et al., 2004). Deze bevinding komt overeen met eerder onderzoek van Wolf et al. (2000) naar de timingprestaties van kinderen met dyslexie. Zij concludeerden dat kinderen met dyslexie net zo goed presteerden op een simpele VTT als kinderen met een reguliere ontwikkeling, maar dat kinderen met dyslexie slechter presteerden wanneer de taak moeilijker werd. Een goede timing is bij een moeilijker taak dus van groter belang dan bij een simpele taak. Ook in het huidige onderzoek is gebruikgemaakt van een VTT. Bij deze VTT is er, naast het meetikken met tonen (synchronisatie), ook sprake van continuatie. Bij continuatie worden de tikken eerst gesynchroniseerd met een externe metronoom, waarna deze tikken in hetzelfde tempo doorgezet moeten worden nadat de tonen zijn gestopt (Breska, & Ivry, 2016). Onderzoek toont aan dat er bij continuatietaken een verhoging van activiteit in het cerebellum plaatsvindt, waarmee een mogelijke gemeenschappelijke rol van timing wordt aangetoond (Léa et al., 2014). Bij de VTT wordt daarbij timing voor de dominante hand, de niet-dominante hand en de alternatie van beide handen getest. Bij de alternerende conditie wordt er zowel van de linkerkant als van de rechterkant van het cerebellum om een precieze timing gevraagd. Uit onderzoek van Ivry et al. (1988) blijkt dat mensen met een laterale laesie in het cerebellum, slechter scoorden op alternerende vingertiktaken dan op vingertiktaken die alleen

DE ROL VAN TIMING IN DE RELATIE TUSSEN FIJNE MOTORIEK EN LEZEN

uitgevoerd moesten worden met de (niet) dominante hand. De auteurs concludeerden dat laterale gebieden van het cerebellum verantwoordelijk zijn voor het nauwkeurige functioneren van het timingmechanisme, wat de verwevenheid van timing met coördinatie verder benadrukt, maar tevens verdere steun geeft voor de TDH.

Doel van het huidige onderzoek is om door middel van een VTT meer inzicht te krijgen in de rol die timing heeft in het verband tussen FMV en WL bij kinderen zonder ontwikkelingsproblematiek. Het huidige onderzoek richt zich daarbij op een vergelijking van kinderen uit groep 4 en 6 binnen het reguliere onderwijs. Er is voor deze groepen gekozen, omdat verwacht wordt dat leerlingen van groep 4 in leesstrategie verschillen ten opzichte van leerlingen uit groep 6 als gevolg van automatisering van WL. In groep 4 zullen leerlingen voornamelijk nog gebruik maken van de sub-lexicale route, terwijl leerlingen uit groep 6 meer gebruik zullen maken van de lexicale route. Mede hierdoor zal de automatisering in WL tussen beide groepen ook verschillen (Coltheart, 2006). Vergelijkbaar wordt verwacht dat leerlingen uit groep 6 ook verder zijn in de automatisering van FMV dan leerlingen uit groep 4. De rol van timing zal door hierdoor ook mogelijk anders zijn voor leerlingen uit groep 4 dan voor leerlingen uit groep 6. Het vergelijken van kinderen die zich nog in de beginfase van de motorische- en leesontwikkeling bevinden met kinderen die al verder ontwikkeld zijn, kan meer inzicht geven in de voorspellende rol van timing bij FMV en WL.

De centrale onderzoeksvraag luidt als volgt: *'In hoeverre speelt timing een rol in het verband tussen FMV en WL bij leerlingen in groep 4 en 6 van het reguliere basisonderwijs?'*. Om deze onderzoeksvraag goed te kunnen beantwoorden zijn er een aantal deelvragen opgesteld:

1. *'In hoeverre is er een verband tussen FMV en WL bij leerlingen uit groep 4 en 6 van het reguliere basisonderwijs?'*
2. *'In hoeverre is er een verband tussen timing en WL bij leerlingen uit groep 4 en 6 van het reguliere basisonderwijs?'*
3. *'In hoeverre is er een verband tussen timing en FMV bij leerlingen uit groep 4 en 6 van het reguliere basisonderwijs?'*
4. *'In hoeverre verschillen bovenstaande relaties voor leerlingen uit groep 4 en 6 van het reguliere basisonderwijs?'*

Hypothesen

Zoals eerder werd aangetoond zijn er significante positieve relaties aangetoond tussen leesvaardigheid en FMV (Potter et al., 2013). Daarnaast blijkt dat bijna de helft van de

kinderen met dyslexie ook motorische problemen heeft, waaronder DCD (Chaix et al., 2007). Ditzelfde onderzoek laat zien dat naar schatting 17 tot 26% van de kinderen met dyslexie ook beperkingen laten zien op het gebied van FMV. Op basis van deze bevinden wordt er verwacht dat een deel van de variantie in WL verklaard wordt door FMV (Hypothese 1).

In overeenstemming met het DRM blijkt dat benoemsnelheid en fonemisch bewustzijn belangrijke leesgerelateerde cognitieve voorspellers zijn van WL (Powell & Atkinson, 2021). Doordat timing in beide cognitieve voorspellers een rol blijkt te spelen wordt er verwacht dat timing samenhangt met WL (Hypothese 2). Betere timingprestaties zullen in dit geval leiden tot betere prestaties op WL.

Volgens de Timing Deficit Hypothesis (TDH) speelt het cerebellum een grote rol bij bewegingen waarbij timing van belang is. Het cerebellum integreert informatie, waarna spieren de opdracht krijgen om op het juiste moment aan te spannen. Voor het nauwkeurig en tijdig kunnen uitvoeren van deze bewegingen is timing van belang (Hadders-Algra & Dirks, 2006). Daarnaast blijkt uit de cerebellaire tekorthypothese dat een disfunctie in het cerebellum het automatiseren van FMV bemoeilijkt (Nicolson & Fawcett, 2001). Op basis hiervan wordt verwacht dat er een positieve correlatie tussen timing en FMV wordt gevonden. De verwachting is dat betere timingsprestaties leiden tot betere prestaties op FMV (Hypothese 3).

Gezien de verwachtingen dat betere timingprestaties leiden tot betere FMV en WL en op basis van de TDH, die stelt dat er een onderliggend timingmechanisme betrokken is bij motorische, spraak-, auditieve en visuele verwerking, wordt er verwacht dat timing ook een rol speelt in het verband tussen FMV en WL (Hypothese 4). Hierop voortbouwend, wordt er verwacht dat timing bij leerlingen in groep 6 in mindere mate een rol speelt in dit verband dan bij leerlingen in groep 4 (Hypothese 5). Zoals eerder beschreven zijn deze vaardigheden bij leerlingen in groep 6 hoogstwaarschijnlijk meer geautomatiseerd dan bij leerlingen uit groep 4, waardoor timing in groep 6 een minder sterke rol zal spelen (Coltheart, 2006).

Methode

Design

Om de onderzoeksvragen te beantwoorden, is kwantitatief cross-sectioneel en vergelijkend onderzoek uitgevoerd. Verschillende meetinstrumenten, gericht op (technische) woordleesvaardigheden (WL), fijn-motorische vaardigheden (FMV) en timing, zijn afgenomen bij kinderen uit groep 4 en 6 van het reguliere basisonderwijs. Er is sprake van één meetmoment, verdeeld over twee sessies.

Steekproef

Voor het onderzoek zijn kinderen uit groep 4 en 6 van het reguliere basisonderwijs gerekruteerd. Inclusiecriteria waren: leerlingen volgen onderwijs in groep 4 of 6 van een reguliere basisschool en zijn daarnaast in staat om de lees- en motorische taken uit te voeren. Exlusiecriteria waren: ongecorrigeerde gehoor- en/of visusproblemen en/of neurologische stoornissen. Deze informatie is uitgevraagd bij de leerkracht.

Twaalf scholen uit de regio Noord-Nederland en ouders van leerlingen zijn benaderd en gevraagd of zij mee wilden werken aan het onderzoek. Twee scholen zijn geworven via het netwerk van de onderzoekers. Daarnaast zijn nog tien andere scholen gevraagd om te participeren. Van de twaalf scholen wilden er twee meedoen. Deze scholen bevonden zich in de provincie Groningen. Er zijn in totaal 64 ouders benaderd. Uiteindelijk hebben 26 ouders toestemming gegeven, bij deze kinderen zijn data verzameld. Hiervan waren er achttien kinderen uit groep 4 en acht uit groep 6.

De nieuw verzamelde data zijn toegevoegd aan reeds beschikbare data uit het thesisonderzoek van voorgaande cohorten studenten (De Boer, 2022; Dreijer, 2020; Ekelmans, 2022; Stijkel 2020; Troost, 2022; Weijer, 2022) gebruikt. De uiteindelijke steekproef bestaat uit 109 kinderen. Hiervan zaten er 43 in groep 4 (gemiddelde leeftijd = 94,02 maanden, SD = 4,87) en 66 in groep 6 (gemiddelde leeftijd = 116,95 maanden, SD = 4,50). In Tabel 1 is een overzicht gegeven van de steekproef met kenmerken van de deelnemende leerlingen.

Tabel 1*Kenmerken deelnemende leerlingen*

	<i>Aantal meisjes (%)</i>	<i>Aantal jongens (%)</i>	<i>Minimum leeftijd in maanden</i>	<i>Maximum leeftijd in maanden</i>	<i>Gemiddelde leeftijd in maanden ± SD</i>
Groep 4 (<i>n</i> = 43)	23 (53,5%)	20 (46,5%)	87	109	94,02 ± 4,87
Groep 6 (<i>n</i> = 66)	32 (48,5%)	34 (51,5%)	110	131	116,95 ± 4,50
Totaal (<i>n</i> = 109)	55 (50,5%)	54 (49,5%)	87	131	107,91 ± 12,17

Meetinstrumenten

Movement Assessment Battery for Children 2 (MABC-2). Door middel van de subtest 'handvaardigheid' van de MABC-2 (Henderon et al., 2010) zijn de FMV getoetst. Deze subtest bestaat uit de opdrachten 'pinnetjes plaatsen', 'veter rijden' en 'fietspad tekenen'. Bij de opdracht 'pinnetjes plaatjes' moet de respondent 12 pinnetjes zo snel mogelijk in een bord plaatsen. Respondenten moeten bij de opdracht 'veter rijden' zo snel mogelijk een veter zigzaggend door een bord met gaatjes rijden. Bij de opdracht 'fietspad tekenen' is het de bedoeling dat de respondent zo netjes mogelijk een lijn trekt tussen twee lijnen in. Hierbij mag de pen niet van het papier worden gehaald. In het huidige onderzoek is gebruikgemaakt van leeftijdsband 2. Deze is bedoeld voor kinderen in de leeftijd van 7 tot 10 jaar. De ruwe scores van de items zijn omgezet in een standaardscore en opgeteld tot de componentstandaardscore van de handvaardigheid-subtest, met een gemiddelde van 10 en een standaarddeviatie van 3 (Wechsler). Deze score is uiteindelijk gebruikt om de FMV te meten. Volgens onderzoek naar de psychometrische eigenschappen van het instrument is er sprake van een goede constructvaliditeit, met uitzondering van de taak 'fietspadspoor'. Bij deze taak is er sprake van een mindere constructvaliditeit. De interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van het instrument werd als goed bevonden (Rudolf et al., 2018)

De Eén-MinuuT-Test (EMT) en de Klepel-R. De EMT (Brus & Voeten, 1973) en de Klepel-R (van den Bos et al., 2019) werden gebruikt om WL te meten. Zowel de EMT als de Klepel-R zijn instrumenten voor kinderen van 7 tot en met 14 jaar en worden veelal tezamen afgenomen, omdat deze twee testen samen een index voor WL geven. De EMT en de Klepel-R hebben twee testvormen: testvorm A en B. In het huidige onderzoek is uitsluitend gebruikgemaakt van testvorm B. Deze test bestaat uit een leeskaart waarop 4 kolommen met in totaal 116 losse onder elkaar geplaatste woorden staan. Bij de EMT is het de bedoeling dat respondenten in één minuut zoveel mogelijk woorden nauwkeurig lezen. Fout gelezen woorden worden niet meegerekend bij de score van de respondent. De ruwe score (totaal aantal gelezen woorden – fout gelezen woorden) is omgezet in een T-score (normscore op basis van de kalenderleeftijd en/of het leerjaar), met gemiddelde 50 en standaarddeviatie 10 (van den Bos et al., 2019). De Klepel-R is een test voor het lezen van pseudowoorden. Hierbij moeten kinderen zoveel mogelijk pseudowoorden oplezen binnen twee minuten. Omdat deze pseudowoorden niet echt bestaan moeten ze gelezen worden door middel van decodeertechnieken. De ruwe score is, net zoals bij de EMT, omgezet in een T-score.

Voor het meten van WL is zoals reeds werd aangegeven gebruik gemaakt van de Indexscore van de EMT-Klepel. De indexscore wordt verkregen door het gemiddelde te nemen van de T-scores van de EMT en de Klepel. De interbeoordelaarsbetrouwbaarheid, paralleltestbetrouwbaarheid en test-hertestbetrouwbaarheid zijn van zowel de EMT als de Klepel-R als goed bevonden. Verder zijn de inhoudsvaliditeit en constructvaliditeit als voldoende beoordeeld (van den Bos et al., 2019).

Continu Benoemen & Woorden Lezen (CB&WL). De benoemsnelheid werd gemeten door middel van de vier benoemtaken (kleuren benoemen, cijfers benoemen, plaatjes benoemen en letters benoemen) van de test CB&WL (van den Bos & Spelberg, 2010). Deze test is bedoeld voor kinderen van 5;10 tot en met 16;3 jaar. Elke taak bevat 50 items die allemaal zo snel mogelijk benoemd moeten worden.

De totale benodigde tijd in seconden geeft de ruwe score. Deze score wordt omgezet in een standaardscore met gemiddelde 10 en standaarddeviatie 3 (Wechsler). De benoemsnelheid van de individuele taken wordt daarnaast samengenomen in de alfanumerieke (RAN_a) en non-alfanumerieke (RAN_{na}) standaardscores van de CB&WL, omdat zij verschillende rollen kunnen spelen bij de leesvaardigheid. RAN_a wordt getest door middel van cijfers en letters benoemen, RAN_{na} wordt getest met de taken kleuren en plaatjes benoemen. De COTAN beoordeelt de begripsvaliditeit als voldoende. De criteriumvaliditeit wordt echter als onvoldoende beschouwd. De betrouwbaarheid van de CB&WL wordt als voldoende beschouwd. De begripsvaliditeit wordt ook met een goed beoordeeld (COTAN, 2010).

Fonemische Analyse Test (FAT-R). De fonemische analysevaardigheid werd gemeten aan de hand van Fonemische Analyse Test – Herziene versie (FAT-R; De Groot et al., 2014). Deze test meet de vaardigheid van kinderen om verschillende klanken (fonemen) in woorden te kunnen analyseren. De test bestaat uit twee taken: FoneemWeglating en FoneemVerwisseling (De Groot et al., 2014). Bij de FoneemWeglating wordt er eerst een woord genoemd, waarvan daarna een deel van het woord wordt weggelaten. Bijvoorbeeld: Wat blijft er over als je van het woord *boomhut* het stukje *hut* weglaat? Bij de FoneemVerwisseling draait het om het kunnen omdraaien van de eerste letter van een voornaam met de eerste letter van een achternaam. Bijvoorbeeld: *Pippi Langkous* wordt *Lippi Pangkous*. De test werd uitgevoerd door middel van een laptop. De laptop bevat een ingebouwde instructie en timer. Het kind moest proberen om zo snel mogelijk het juiste antwoord te geven. Met het samenvallen van de laatst uitgesproken klank van het gegeven

antwoord dient de testleider op de spatiebalk te drukken om de tijd te stoppen. Na afronding van de test wordt een ruwe vaardigheidsscore berekend van zowel de FoneemWeglating als FoneemVerwisseling, die door het afnameprogramma worden omgezet in een normscore (T-score, met gemiddelde 50 en standaarddeviatie 10). Voor iedere gemaakte fout wordt automatisch een leeftijdsafhankelijke tijdpenalty berekend en deze wordt meegenomen in de ruwe vaardigheidsscore. De normscores worden bij elkaar opgeteld en vormen de indexscore van de FAT-R. Deze score werd in huidig onderzoek gebruikt om het fonemisch bewustzijn te meten. De interbeoordelaarsbetrouwbaarheid, paralleltestbetrouwbaarheid en de test-hertestbetrouwbaarheid van de FAT-R worden als voldoende bestempeld. Daarnaast zijn de begripsvaliditeit en inhoudsvaliditeit goed te noemen (COTAN, 2015).

Vingertiktaak (VTT). Timing werd gemeten door middel van een experimentele vingertiktaak (VTT), die werd ontwikkeld door de begeleidende docenten dr. B. de Groot en dr. S. Houwen en geprogrammeerd in het open-source stimuluspresentatieprogramma OpenSesame (Mathôt et al., 2012). Respondenten moeten ritmische patronen met een metronoom meetikken op het toetsenbord van een laptop. De VTT omvat drie experimentele dimensies: ritmische complexiteit, snelheid en lateralisatie. De hieruit afgeleide condities werden afgewisseld, waardoor er in totaal met 36 verschillende condities meegetikt moest worden (zie Tabel 2). De metronoom bestond uit 8 maten, waarbij er vier tellen in een maat zaten.

Ritmische complexiteit: de VTT bevat verschillende ritmecondities. De eerste conditie met betrekking tot ritmische complexiteit is de kwarten, hierbij is er sprake van 1 tik per maat. Bij de achtsten is er sprake van 2 tikken, bij de triolen 3 tikken en bij de zestienden 4 tikken per maat. De toon is bij alle vier de verschillende ritmes alleen te horen op de kwarten. Hierdoor moet de respondent zowel kunnen meetikken op de toon als kunnen meetikken wanneer je een toon van de metronoom niet hoort, maar wel zou verwachten.

Om deze ritmepatronen goed uit te kunnen leggen is er gebruik gemaakt van dierennamen. Zo werd het tikken op kwarten benoemd als het tikken van ‘leeuw’, de achtsten als ‘tij-ger’, triolen werden ‘o-li-fant’ en de zestienden konden worden mee getikt als ‘ste-kel-var-ken’. Op het moment van de eerste toon van de metronoom werd de eerste lettergreep genoemd.

Snelheid: er zijn drie verschillende snelheidscondities waarop de ritmecondities afgespeeld werden: 60, 80 en 100 bpm (beats per minute).

Lateralisatie: respondenten moeten op het toetsenbord de *p* en de *q* toetsen op het juiste moment intikken. De rechterhand werd gebruikt voor de *p* en de linkerhand voor de *q*. In die verschillende lateralisatiecondities werden de dominante hand, de niet-dominante hand en het alterneren van beide handen gemeten.

Voor de daadwerkelijke afname is er eerst een oefenafname gedaan. Bij deze oefenafname hielp de onderzoeker de leerling eerst op weg met het benoemen van het dier, maar bij de daadwerkelijke afname moest de leerling dit zelf doen. Om tijdens de afname goed mee te kunnen tikken volgens het ritme werd er bij de eerste twee maten een opmaat gegeven. De tikken die in de laatste drie ritmecondities niet te horen zijn, omdat er hier niet één op één werd mee getikt met de metronoom, waren in deze eerste twee maten nog wel te horen.

Tabel 2

Overzicht van de 36 Conditie van de Vingertiktaak.

<i>Ritmecondities</i>	<i>Snelheidsconditie</i>	<i>Lateralisatie</i>
Kwarten	60 – 80 – 100 BPM	DH – NDH – ALT
Achtsten	60 – 80 – 100 BPM	DH – NDH – ALT
Triolen	60 – 80 – 100 BPM	DH – NDH – ALT
Zestienden	60 – 80 – 100 BPM	DH – NDH – ALT

Opmerking: BPM = Beats Per Minute, DH = Dominante hand, NDH = Niet dominante hand, ALT = bimanueel alternerend.

Scoring

Telkens wanneer een tik is gemaakt, werd de nauwkeurigheid van de gegeven reactie gemeten. Dit is het verschil in tijd, gemeten in milliseconden, tussen het moment waarop de tik gemaakt had moeten worden en het moment waarop dat werkelijk gebeurde. Dit resulteert in een afwijkingsscore, waarbij 0 aangeeft dat er precies op het juiste moment is getikt. Bij de 36 verschillende condities, verschilt de tijd die tussen de tonen zit. Om deze reden is er per conditie een aparte afwijkingsscore berekend door het programma. Een negatieve afwijkingsscore geeft een te vroege tik aan, terwijl een positieve afwijkingsscore aangeeft dat er te laat is getikt. Deze afwijkingsscores zijn voor de huidige studie absoluut gemaakt, waarmee er geen onderscheid gemaakt wordt tussen te vroeg en te laat tikken. In beide gevallen is even 'mis' getikt. De absolute afwijkingsscores bij de 36 combinaties van

DE ROL VAN TIMING IN DE RELATIE TUSSEN FIJNE MOTORIEK EN LEZEN

ritmepatronen, handen en snelheden zijn omgezet in standaardscores (*z*-scores). Bij het omzetten naar standaardscores is er voor ritmecomplexiteit en snelheid gestandaardiseerd. Daarmee wordt er rekening gehouden met toevallige nauwkeurige tikken. Hoe complexer het ritme en hoe sneller de tikken elkaar opvolgen, hoe groter de kans om goed te tikken. Het omzetten naar *z*-scores is gedaan omdat er per combinatie van ritmepatronen, snelheden en handen een andere maximale afwijkingsscore is. De maximale afwijkingsscore is afhankelijk van de tijd die tussen de tikken zit en is de helft van de tijd die tussen de tikken zit. Wanneer de tijd tussen de tikken 1000 ms is, dan is de maximale afwijkingsscore dus 500 ms. Op deze manier kan voor het verschil in maximale afwijkingsscores gecorrigeerd worden zodat de verschillende condities met elkaar kunnen worden vergeleken.

De VTT is een experimentele taak en de maat voor timing stond niet op voorhand vast. Door gemiddelde afwijkingsscores te gebruiken bij (combinaties van) de verschillende ritmes, snelheden en handen is de maat voor timing gecreëerd. In dit geval geldt: hoe lager de afwijkingsscore, hoe beter de timing. Een negatieve score staat in dit geval dus voor een betere timing dan een score van precies 0 of een positieve score. Welke combinaties van ritmepatronen, snelheden en handen van de VTT gebruikt zijn om tot een maat voor timing te komen is hieronder omschreven.

Ten eerste is verondersteld dat de eerste conditie (kwarten (*K*), 60 bpm, dominante hand (*DH*)), voor iedereen haalbaar is. Deze verwachting komt overeen met eerder onderzoek naar vingertiktaken bij kinderen met dyslexie (Tiffin-Richards, 2004). De tijd tussen de metronomen is bij deze conditie 1000 ms. Bij andere condities is de tijd tussen de metronomen minder dan 1000 ms. Deze kwartenconditie is een goed basisniveau en wordt hierom als ijkpunt genomen.

Ten tweede is er gekeken naar de alternerende (*ALT*) bewegingen. Uit onderzoek is gebleken dat bij alternerende bewegingen het cerebellum actiever is dan bij niet-alternerende bewegingen (Breska, & Ivry, 2016). Omdat het cerebellum bij timing een grote rol speelt wordt er daarom gebruikt gemaakt van de condities met alternerende bewegingen.

Tot slot zijn de achtsten en triolen gebruikt om tot een maat voor timing te komen. Bij deze ritmepatronen is er sprake van continuatie. Bij continuatie draait het om het meetikken op het toetsenbord wanneer je een toon zou verwachten, maar deze niet te horen is (Serrien, 2008). Er is aangenomen dat er meer van timing gevraagd wordt, wanneer er geen toon te horen is. Bij zestienden is er ook sprake van continuatie, echter volgen de tonen zich bij dit ritme dermate snel op, dat er naar verwachting minder van timing wordt gevraagd, maar meer van snelheid. De triolen (*T*) en de achtsten (*A*) worden daarom met elkaar vergeleken. Bij

DE ROL VAN TIMING IN DE RELATIE TUSSEN FIJNE MOTORIEK EN LEZEN

deze condities zit er een lange tijd tussen de tonen, waardoor er naar verwachting een relatief groot beroep wordt gedaan op het inschatten van het juiste moment van de tikken. De ritmepatronen worden allebei vergeleken met het basisniveau K_60_DH. Om de triolen en achtsten goed met elkaar te kunnen vergelijken is het belangrijk dat de tijd tussen de metronomen gelijk is. Er kan op deze manier beter onderscheid gemaakt worden tussen de snelheid en ritmecomplexiteit. Bij de triolenconditie gebruik wordt gebruikt gemaakt van 60 bpm en bij de achtsten conditie van 80 bpm. De tijd tussen de tonen is dan bij beide 250 ms. Onderstaande formule is gebruikt om timing te scoren:

$$\text{Timing} = (T_{60_ALT} - K_{60_DH}) - (A_{80_ALT} - K_{60_DH})$$

Onderzoeksprocedure

Toestemming voor het huidige onderzoek is verleend door de Ethische Commissie van Pedagogische en Onderwijswetenschappen. Tevens zijn naar ouders en school brieven gestuurd met daarin informatie omtrent de procedure en het doel van het onderzoek. Hierna is om “informed consent” gevraagd. Na toestemming van ouders en school zijn de testafnames gestart. Persoonlijke gegevens en onderzoeksgegevens kunnen enkel door de onderzoekers gekoppeld worden en zijn verder geheel anoniem. Voordat de testen werden afgenomen hebben onderzoekers trainingen gevolgd voor het goed af kunnen nemen van de verschillende instrumenten. De testen werden op de scholen afgenomen in twee sessies. Tegelijk met huidig onderzoek is door een medestudent onderzoek gedaan naar coördinatie (Schipper, 2023) als potentieel onderliggend mechanisme in het verband tussen leesvaardigheid en motorische vaardigheden.

Data-analyse

De data zijn door middel van IBM SPSS Statistics (versie 26) geanalyseerd. Om te beginnen is er gecontroleerd of er sprake was van missende data in de dataset. Bij de VTT was er sprake van missende data wanneer een leerling een volledige tik gemist had. Bij deze missende data zijn de maximale afwijkingsscores voor de specifieke ritme-, snelheids- en lateralisatieconditie toegekend, omdat een leerling in dit geval zo ver van de tik af zat, dat deze niet is gemeten omdat de volgende tik al kwam. Bij de FAT-R zijn er bij vijf leerlingen missende data bij het onderdeel FoneemVerwisseling. Deze missende data zijn te herleiden tot een te jonge leeftijd van de leerling ten opzichte van de normgroep. De normscores worden gegeven vanaf 7 jaar en 6 maanden. Het jongste kind in de dataset was echter 7 jaar en 3 maanden. Bij deze leerlingen is er voor gekozen om de geboortedatum aan te passen naar 7

DE ROL VAN TIMING IN DE RELATIE TUSSEN FIJNE MOTORIEK EN LEZEN

jaar en 6 maanden, zodat de leerling binnen de normgroep viel en er wel scores berekend konden worden door de computer. Alle leerlingen hebben immers hetzelfde onderwijs gevolgd in groep 2, 3 en 4.

Vervolgens is er gekeken naar de beschrijvende statistiek. Deze werd weergegeven middels centrummaten. Aan de hand van boxplots is er gekeken of er sprake was van univariate uitbijters. Wanneer een score anderhalf keer lager lag dan het eerste kwartiel of anderhalf keer hoger dan het derde kwartiel uitkwam, werd deze als uitbijter aangemerkt. Er bevonden zich drie uitbijters in de dataset, namelijk één bij de FAT-R en twee bij timing.

Om antwoord te geven op deelvraag 2: *‘In hoeverre is er een verband tussen timing en (technische) woordleesvaardigheid bij leerlingen in groep 4 en 6 van het reguliere onderwijs?’* en deelvraag 3: *‘In hoeverre is er een verband tussen timing en FMV bij leerlingen in groep 4 en 6 van het reguliere onderwijs?’* zijn de relaties tussen de variabelen WL, FMV en timing in kaart gebracht aan de hand van Pearson correlaties (r). In het kader van voorbereidende analyse op een regressieanalyse, welke later aan bod zal komen, werden in de Pearson analyse ook benoemsnelheid en fonemisch bewustzijn (controlevariabelen) meegenomen. Pearsons r is berekend voor de totale steekproef en voor de groepen 4 en 6 apart. Voorafgaand aan de berekening van de Pearson correlatiecoëfficiënten is er gecontroleerd voor de assumpties van normaliteit, lineariteit en homoscedasticiteit. Deze zijn gecontroleerd voor de gehele groep als voor de groepen 4 en 6 apart (Bijlage A, Figuur 1A t/m 5C). Aan deze assumpties is voldaan.

Om de hypothese dat er een verband bestaat tussen FMV en technische leesvaardigheid te toetsen en om te kijken welke rol timing in dit verband heeft, is een hiërarchische meervoudige regressieanalyse uitgevoerd. Er is in stap 2 gekeken hoeveel van de variantie in WL verklaard wordt door FMV, na controle voor de controlevariabelen (stap 1). Er werd verwacht dat een deel van de variantie van WL verklaard wordt door FMV (hypothese 1). Vervolgens is timing toegevoegd aan de regressievergelijking om te kijken welk deel van de verklaarde variantie van WL door FMV wordt overgenomen door timing zodat er gekeken kan worden welke rol timing heeft in het verband tussen FMV en WL. Dit wordt gedaan door middel de gekwadrateerde semi-partiële correlaties (sr^2). Zodra de sr^2 van FMV afneemt wanneer timing wordt toegevoegd aan het model, betekent dit dat timing een rol speelt in het verband tussen FMV en WL.

De assumpties van normaliteit van residuen, homoscedasticiteit en lineariteit zijn gecontroleerd. Homoscedasticiteit en lineariteit zijn door middel van spreidingsdiagrammen gecontroleerd (Zie bijlage A, figuur 6A t/m 7C). Normaliteit van residuen is gecontroleerd

aan de hand van een histogram en normal p-p plot waarin de verdeling van de residuen te zien waren. In groep 4 leken er lichte schendingen te zijn met betrekking tot de normaliteit. Omdat een regressieanalyse vrij robuust is tegen lichte schendingen van normaliteit is ervoor gekozen om de regressieanalyse zonder bootstrapping uit te voeren. Met behulp van de VIF is er gecontroleerd voor multicollineariteit. Aan de assumptie werd voldaan als $VIF < 10$, hier werd aan voldaan. Daarnaast gaven hoge tolerantiewaarden ($> .10$) aan dat multicollineariteit geen probleem was voor de interpretatie van de hiërarchische regressiemodellen. Daarnaast is er met behulp van Mahalanobis en Cook's distance gekeken of multivariate uitbijters voorkwamen. Mahalanobis afstand overschreed de kritieke X^2 voor $df = 5$ van 20.52 niet. Hieruit blijkt dat er geen afwijkende datapunten zijn gevonden. Er zijn met behulp van Cook's distance zeven invloedrijke multivariate uitbijters naar voren gekomen met een waarde hoger dan .04 aan de hand van de vuistregel $4/N$. De test scores van deze leerlingen vallen binnen de te behalen scores en zijn dus plausibel. Om deze reden zijn de scores van deze leerlingen wel meegenomen in de analyse. De hiërarchische meervoudige regressieanalyse is ook uitgevoerd zonder deze multivariate uitbijters. Deze bleken echter geen invloed te hebben op de resultaten.

Om te onderzoeken of de relatie tussen FMV en WL en de rol van timing hierin verschilt voor groep 4 en groep 6 zijn de hierboven beschreven correlatieanalyse en de meervoudige regressieanalyse apart uitgevoerd voor de groepen 4 en 6. De uitkomsten van deze analyses zijn door middel van visuele inspectie met elkaar vergeleken.

Resultaten

Beschrijvende statistiek

In Tabel 4 zijn de gemiddelden, standaarddeviaties en het minimum en maximum voor de verschillende onderzoeksvariabelen weergegeven voor groep 4, groep 6 en voor de totale steekproef. De gemiddelde scores van groep 4 en 6 op WL, gemeten met de EMT-klepel indexscore, komen overeen met het gemiddelde van de normgroep (Van den Bos et al., 2019). Ook de gemiddelde scores op de FMV (gemeten met de HV-CSS) zijn vergelijkbaar met de normgroep (Henderson et al., 2010). Daarnaast kunnen de gemiddelde scores op (non)alfanumerieke benoemsnelheid en fonemisch bewustzijn in groep 4 en 6 als normatief worden beschouwd (De Groot et al., 2014).

Tabel 4

Beschrijvende Statistiek van de Onderzoeksvariabelen Weergegeven voor Groep 4 (n=43), Groep 6 (n=66) en voor de Totale Groep (N=109)

Variabele	Groep	Minimum	Maximum	Gemiddelde	SD
WL	Groep 4	30	80	55.86	12.70
	Groep 6	26	79	52.80	9.86
	Totale steekproef	26	80	54.02	11.11
FMV	Groep 4	2	16	9.23	2.85
	Groep 6	2	17	9.24	3.28
	Totale steekproef	2	17	9.42	3.12
FB	Groep 4	20	70	46.12	11.15
	Groep 6	22	65	48.92	9.70
	Totale steekproef	20	70	47.82	10.34
RAN _a	Groep 4	5	16	10.37	3.65
	Groep 6	1	17	9.24	3.63
	Totale steekproef	1	17	9.69	3.66
Zi	Groep 4	3	15	10.05	2.94
	Groep 6	3	19	9.29	3.13
	Totale steekproef	3	19	9.59	3.06
Timing	Groep 4	-.88	.82	.06	.41
	Groep 6	-1	1.39	.10	.46
	Totale steekproef	-1	1.39	.09	.44

Opmerking: WL = (Technische) woordleesvaardigheid, FMV = Fijn-motorische vaardigheden, FB = Fonemisch bewustzijn, RAN_a = Alfanumerieke benoemsnelheid, RAN_{na} = Nonalfanumerieke benoemsnelheid.

Relaties tussen WL, FMV, fonemisch bewustzijn, benoemsnelheid en timing in de totale steekproef.

In Tabel 5 zijn de Pearson correlatiecoëfficiënten weergegeven voor de totale groep. Tussen de verschillende leestaken zijn er, zoals verwacht, significante positieve correlaties gevonden. Deze varieerden van zwak tot sterk ($.19 \leq r \leq .68$). Zoals verwacht is er ook een significante relatie gevonden tussen FMV en WL deze relatie was echter zwak. Timing hing niet significant samen met WL en FMV en de correlaties waren zeer zwak tot zwak. Er is

hiermee geen steun geleverd aan hypothese 2 en 3, die stellen dat een betere timing samenhangt met betere WL en met betere FMV. Tussen RAN_a en FMV is een significante, zwakke positieve relatie gevonden. Een betere RAN_a hing dus samen met betere FMV.

Tabel 5

Pearsons Correlatiecoëfficiënten tussen Onderzoeksvariabelen voor de Totale Steekproef (N = 109)

Variabele	1	2	3	4	5	6
1. WL	...					
2. FMV	.19*	...				
3. FB	.60**	.10	...			
4. RAN _a	.67**	.18	.34**	...		
5. RAN _{na}	.47**	.20*	.28**	.68**	...	
6. Timing	.13	-.05	.11	.06	.06	...

Noot. * $p \leq .05$ (2-zijdig), ** $p \leq .01$ (2-zijdig). WL = (Technische) woordleesvaardigheid, FMV = Fijnmotorische vaardigheden, FB = Fonemisch bewustzijn, RAN_a = Alfanumerieke benoemsnelheid, RAN_{na} = Nonalfanumerieke benoemsnelheid.

Relaties tussen WL, FMV, fonemisch bewustzijn, benoemsnelheid en timing in groep 4 en 6 apart.

In Tabel 6 zijn de Pearson correlatiecoëfficiënten weergegeven voor de groepen 4 en 6 apart. In groep 4 zijn er positieve significante, sterke relaties gevonden tussen fonemisch bewustzijn en WL, (non)alfanumerieke benoemsnelheid en WL en tussen RAN_a en RAN_{na}. In groep 6 is er een zwakke, maar significante positieve relatie tussen WL en FMV gevonden. Dit houdt in dat betere WL samenhangen met betere FMV. Dit verband komt niet naar voren in groep 4. Daarnaast is er in groep 6 een positief significante, zwakke positieve correlatie gevonden tussen RAN_{na} en FMV, waar geen significante correlatie in groep 4 is gevonden. Voor beide groepen is er geen significante correlatie gevonden tussen timing en WL of tussen timing en FMV. Daarmee is ook hier geen steun geleverd voor de hypothesen 2 en 3, die stellen dat betere timingsprestaties samenhangen met betere FMV en WL. Ook is er geen bewijs gevonden voor hypothese 5, die stelt dat timing in mindere mate samenhangt met WL en FMV in groep 6 dan in groep 4.

Tabel 6*Pearsons Correlatiecoëfficiënten voor de Groepen 4 (n=43) en 6 (n=66)*

Variabele	1	2	3	4	5	6
1. WL	...	.25*	.55**	.67**	.41**	.22
2. FMV	.12	...	.20	.21	.26*	-.1
3. FB	.71**	-.05	...	.27*	.32**	.14
4. RAN _a	.67**	.15	.50**	...	.64**	.07
5. RAN _{na}	.54**	.08	.28	.74**	...	.06
6. Timing	.04	.05	.07	.08	.07	...

Noot. * $p \leq .05$ (2-zijdig), ** $p \leq .01$ (2-zijdig). Lichtgroen = groep 4, donkergroen = groep 6. WL = (Technische) woordleesvaardigheid, FMV = Fijn-motorische vaardigheden, FB = Fonemisch bewustzijn, RAN_a = Alfa-numerieke benoemselheid, RAN_{na} = Nonalphanumeric benoemselheid.

De rol van timing in de relatie tussen FMV en WL in de totale steekproef.

In Tabel 7 zijn de resultaten van de hiërarchische MRA voor de totale steekproef weergegeven. De controlevariabelen fonemisch bewustzijn en de (non)alphanumeric benoemselheid verklaarden 61% van de variantie in WL, $R^2 = .61$, gecorrigeerde $R^2 = .60$, $F(3, 11) = 54.09$, $p < .001$. Tijdens stap 2 van de regressieanalyse is FMV aan de regressievergelijking toegevoegd. Het bleek echter dat FMV geen significante bijdrage leverde in termen van verklaarde variantie in WL (0%), $R^2 = .61$, gecorrigeerde $R^2 = .60$, $\Delta F(1, 10) = .84$, $p = .36$. In de derde stap werd timing toegevoegd, welke geen significant extra verklaring gaf van de variantie in WL (0%). $R^2 = .61$, gecorrigeerde $R^2 = .60$, $\Delta F(1, 10) = .90$, $p = .35$.

Fonemisch bewustzijn en RAN_a komen naar voren als significante voorspellers voor WL. Er is geen ondersteuning geleverd voor FMV als een verklarende factor van de variantie in WL, noch voor de hypothese dat de unieke verklaarde variantie door FMV afneemt wanneer timing wordt toegevoegd aan de regressievergelijking. Er is hiermee geen steun gevonden voor hypothese 1, die stelt dat FMV een verklarende factor is van de variantie in WL. Ook is er geen bewijs gevonden voor hypothese 4, die stelde dat timing een rol speelt in het verband tussen FMV en WL.

Tabel 7

Ongestandaardiseerde (B) en gestandaardiseerde (β) regressiecoëfficiënten, R^2 , gecorrigeerde R^2 , het 95% betrouwbaarheidsinterval, de p -waarde en de semi-partiële correlaties (sr^2) per model voor de Totale Steekproef ($N = 109$)

Model	Variabele	B	[95% BHI]	β	R^2	ΔR^2	p	sr^2
1	FB	.45	[.31-.59]	.42	.61	.60	.00	.16
	RAN _a	1.67	[1.15-2.18]	.59			.00	.15
	RAN _{na}	-.1	[-.70-.51]	-.03			.75	.00
2	FB	.45	[.31-.59]	.42	.61	.60	.00	.15
	RAN _a	1.65	[1.1-2.17]	.54			.00	.15
	RAN _{na}	-.13	[-.73-.48]	-.03			.68	.00
	FMV	.21	[-.24-.65]	.06			.36	.00
3	FB	.44	[.30-.58]	.41	.61	.60	.00	.15
	RAN _a	1.65	[1.13-2.16]	.54			.00	.15
	RAN _{na}	-.13	[-.74-.48]	-.04			.67	.00
	FMV	.22	[-.23-.67]	.06			.33	.00
	Timing	1.49	[-1.63-4.62]	.06			.35	.00

Opmerking: FMV = Fijn-motorische vaardigheden, FA = Fonemisch bewustzijn, RAN_a = Alfanumerieke benoemsnelheid, RAN_{na} = Nonalfanumerieke benoemsnelheid.

De rol van timing in de relatie tussen FMV en WL in groep 4 en 6 apart.

In Tabel 8 zijn de resultaten van de hiërarchische MRA voor beide groepen apart weergegeven. Bij stap 1 verklaarden de controlevariabelen in groep 4 65% ($R^2 = .65$, gecorrigeerde $R^2 = .62$, $F(3, 39) = 23.98$, $p < .001$) van de variantie in WL. Tijdens stap 2, waar FMV aan de regressievergelijking werd toegevoegd, bleek dat FMV geen significante bijdrage levert in termen van verklaarde variantie in WL (1%), $R^2 = .66$, gecorrigeerde $R^2 = .62$, $\Delta F(1, 38) = 1.02$, $p = .32$. Wanneer timing werd toegevoegd aan de regressieanalyse bleek dat timing geen significante bijdrage gaf in termen van verklaarde variantie voor WL (0%), $R^2 = .66$, gecorrigeerde $R^2 = .61$, $\Delta F(1, 37) = .01$, $p = .76$. De gekwadraterde semi-partiële correlatie van FMV is niet afgenomen wanneer timing in stap 3 aan de regressievergelijking werd toegevoegd. In groep 4 is er geen ondersteuning geleverd voor FMV als een verklarende factor van de variantie in WL. Daarnaast is er geen steun gevonden voor hypothese 4, die stelde dat timing een rol speelt in de relatie tussen FMV en WL.

DE ROL VAN TIMING IN DE RELATIE TUSSEN FIJNE MOTORIEK EN LEZEN

In groep 6 verklaarden de controlevariabelen samen 61% van de variantie in WL ($R^2 = .61$, gecorrigeerde $R^2 = .60$, $F(3, 62) = 32.91$, $p < .001$). FMV levert in stap 2 geen significante extra verklaring van de variantie in WL (1%), $R^2 = .62$, gecorrigeerde $R^2 = .60$, $\Delta F(1, 61) = .85$, $p = .36$. Wanneer timing in stap 3 werd toegevoegd, bleek ook hier dat deze geen significante bijdrage levert in termen van verklaarde variantie in WL (2%), $R^2 = .64$, gecorrigeerde $R^2 = .61$, $\Delta F(1, 60) = 3.21$, $p = .08$. FMV blijkt in groep 6 geen verklarende factor van de variantie in WL. Ook zijn in groep 6 de sr^2 waarden van FMV niet afgenomen in stap 3. Er is hiermee geen steun geleverd voor hypothese 1 en 4 die stelden dat FMV een verklarende factor is van de variantie in WL en dat timing een rol speelt in het verband tussen FMV en WL. In beide groepen is fonemisch bewustzijn een significante voorspeller voor WL. Daarnaast is in groep 6 RAN_a ook een significante voorspeller voor WL.

Tabel 8

Ongestandaardiseerde (B) en gestandaardiseerde (β) regressiecoëfficiënten, R^2 , gecorrigeerde R^2 , het 95% betrouwbaarheidsinterval, p -waarde en de gekwadrateerde semi-partiële correlaties (sr^2) per model voor groep 4 en 6

Groep	Model	Variabele	B	[95% BHI]	β	R^2	ΔR^2	p	Sr^2
4	1	FB	.59	[.34-.85]	.52	.65	.62	.00	.19
		RAN _a	.94	[-.17-2.04]	.27			.1	.03
		RAN _{na}	.82	[-.42-2.06]	.19			.19	.02
	2	FB	.61	[.35-.87]	.54	.66	.62	.00	.20
		RAN _a	.83	[-.29-1.96]	.24			.14	.02
		RAN _{na}	.86	[-.38-2.1]	.2			.17	.02
		FMV	.44	[-.44-1.31]	.1			.32	.00
	3	FB	.61	[.35-.88]	.54	.66	.61	.00	.20
		RAN _a	.84	[-.31-1.98]	.24			.15	.02
		RAN _{na}	.86	[-.39-2.12]	.2			.17	.02
		FMV	.44	[-.45-1.33]	.1			.32	.01
		Timing	-.94	[-7.04-5.16]	-.03			.76	.00
6	1	FB	.43	[.26-.60]	.43	.61	.60	.00	.16
		RAN _a	1.78	[1.21-2.33]	.66			.00	.25
		RAN _{na}	-.47	[-1.19-.15]	-.15			.16	.01
	2	FB	.42	[.25-.6]	.42	.62	.60	.00	.15
		RAN _a	1.77	[1.21-.23]	.65			.00	.25
		RAN _{na}	-.52	[-1.19-.15]	-.16			.13	.01
		FMV	.23	[-.27-.73]	.08			.36	.00
	3	FB	.40	[.23-.57]	.4	.64	.61	.00	.13
		RAN _a	1.75	[1.2-2.31]	.64			.00	.24
		RAN _{na}	-.53	[-1.18-.13]	-.17			.11	.02
		FMV	.29	[-.2-.79]	.1			.24	.01
		Timing	3.07	[-.36-6.5]	.14			.08	.02

Opmerking: FMV = Fijn-motorische vaardigheden, FA = Fonemisch bewustzijn, RAN_a = Alfanumerieke benoemsnelheid, RAN_{na} = Nonalfanumerieke benoemsnelheid.

Discussie

Het doel van het huidige onderzoek was om te bepalen in hoeverre timing een rol speelt in het verband tussen fijn-motorische vaardigheden (FMV) en (technische) woordleesvaardigheid (WL) bij leerlingen in groep 4 en 6 van het reguliere basisonderwijs. Ten tweede is onderzocht of deze rol van timing verschilt voor leerlingen van groep 4 ten opzichte van leerlingen uit groep 6. Uit de resultaten is gebleken dat betere timingsprestaties niet significant samenhangen met betere FMV en WL. Daarnaast is er geen steun geleverd aan de hypothese dat timing een rol speelt in het verband tussen FMV en WL.

Allereerst kwam er uit de Pearson correlaties dat er een positief, significant verband gevonden is tussen FMV en WL in groep 6, maar niet in groep 4. Echter, dit resultaat kwam niet naar voren uit de regressieanalyse. FMV bleek niet meer significant als voorspeller van WL na het toevoegen van de controlevariabelen fonemisch bewustzijn en benoemselheid. Er is dus geen ondersteuning geleverd aan hypothese 1 die stelde dat een deel van de variantie in WL verklaard kan worden door FMV. Volgens eerder onderzoek presteren kinderen die over betere FMV beschikken beter op leestaken (bijv. Cameron et al., 2012; Pagani et al., 2007; Son & Meisels, 2006). Een verschil tussen deze studies en het huidige onderzoek is de leeftijd van kinderen. In de eerder uitgevoerde onderzoeken bleken er vooral (zwakke) significante verbanden te bestaan tussen FMV en WL bij jonge kinderen (2-7 jaar). In het huidige onderzoek bestond de steekproef uit kinderen van 7 tot 10 jaar. Mogelijk ligt de verklaring voor het ontbreken van bewijs voor een verband tussen FMV en WL in deze leeftijdsgroep in het timingmechanisme. Deze is mogelijk met name belangrijk in de eerste en tweede fase van procedureel leren. Dit zijn de fases van vaardigheidsverwerking en consolidatie (Lejeune et al., 2016). Wanneer vaardigheden beter geautomatiseerd worden, wordt er mogelijk minder gevraagd van een goede timing om vaardigheden correct uit te kunnen voeren (Biddle, 1996). Op een jonge leeftijd, zoals in eerder onderzoek, is het aannemelijk dat FMV nog ontwikkeld en versterkt moet worden, wat betekent dat timing hierin een grotere rol speelt dan op latere leeftijd, wanneer er al meer oefening is geweest (Biddle, 1997). Ook zou het kunnen dat timing in de verwervings- en consolidatiefase van WL, de sub-lexicale route, een grotere rol speelt dan in de lexicale route waar er al meer sprake is van automatisering (Coltheart, 2006). Het ontbreken van een verband tussen FMV en WL in de huidige steekproef kan mogelijk verklaard worden doordat FMV in groep 4 en 6 wellicht al te sterk is geautomatiseerd, waardoor timing niet meer goed zichtbaar is. Hierdoor komt de verwachte relatie tussen FMV en WL, die vermoedelijk gebaseerd is op timingsprestaties, niet tot uiting in deze leeftijdsgroep.

Ten tweede zijn er geen significante verbanden gevonden tussen zowel timing en WL als timing en FMV. Hierbij is er geen steun gegeven aan hypothese 2 en 3, die stelden dat betere timingprestaties samenhangen met betere WL en FMV. Ook is er geen steun geleverd aan de hypothese die stelde dat timing een rol speelt in het verband tussen FMV en WL. Een mogelijke verklaring voor verschillen tussen het huidige onderzoek en eerder uitgevoerde onderzoeken kan liggen in het verschil in onderzoekspopulatie. Timing in samenhang met WL en FMV is voornamelijk onderzocht bij kinderen met een atypische ontwikkeling zoals dyslexie of DCD (bijv. Biddle, 1996; Birkett, 2014; Lundy-Ekman et al., 1991). De cerebellaire tekorthypothese wordt in deze onderzoeken vaak aangehaald als mogelijke verklaring voor problemen met timing bij kinderen met dyslexie of DCD (Bijv. Nicolson & Fawcett, 2011; Whitall et al., 2006). Volgens onderzoek is het cerebellum het hersengebied waarin de meeste structurele verschillen te vinden zijn tussen individuen met of zonder dyslexie. Mensen zonder dyslexie vertonen meer activiteit in bepaalde gebieden van het cerebellum bij de uitvoering van vingertiktaken, waarmee timing gemeten kan worden, dan mensen met dyslexie. Het is mogelijk dat timingtekorten bij kinderen met een atypische ontwikkeling sterker tot uiting komt dan bij kinderen zonder ontwikkelingsproblematiek vanwege een mogelijke grotere cerebellaire disfunctie in de klinische populatie. Om deze reden kan het zijn dat het verband tussen timing en FMV en timing en WL in huidige steekproef niet tot uiting komt.

Een tweede mogelijke verklaring voor het verschil in resultaten is de gebruikte vingertiktaak (VTT). In eerder onderzoek zijn de condities van synchronisatie en continuatie anders verdeeld (Thomson & Goswami, 2008). In huidig gebruikte VTT moest de leerling, in het geval van de triolenconditie, één keer meetikken (synchroniseren) en daarna twee keer door blijven tikken (continueren). In het onderzoek van Thomson & Goswami (2008) werd er eerst gesynchroniseerd, waarbij respondenten drie keer mee moesten tikken met een toon. Daarna volgde de continuatiefase, waarin respondenten moesten doortikken volgens het vorige ritme. In deze continuatiefase is geen enkele toon te horen. Mogelijk wordt timing hierdoor beter gemeten, omdat de verwachting is dat er tijdens de continuatiefase het meest van timing verwacht wordt. Het kan zijn dat er daarom in het onderzoek van Thomson & Goswami (2008) wel een relatie is gevonden met FMV en WL en in het huidige onderzoek niet.

Een laatste mogelijke verklaring is dat er geen verband bestaat tussen timing en FMV en timing en WL in de reguliere populatie. Wanneer er sprake is van een cerebellaire disfunctie is er immers niet alleen sprake van een verminderde timing, maar ook van een

verminderde coördinatie (Eckert et al., 2003) en een verminderde temporele verwerking (Breska & Ivry, 2016). Het is mogelijk dat coördinatie en/of temporele verwerking wel verband houden met FMV en WL bij kinderen zonder ontwikkelingsproblematiek. Parallel aan huidig onderzoek is er door Schipper (2023) onderzoek gedaan naar de rol van coördinatie in het verband tussen motoriek en leesvaardigheid. Uit dit onderzoek kwam naar voren dat coördinatie significant verband hield met WL. Voorgaand onderzoek door masterstudent De Boer (2022) heeft zicht gefocust op de rol van temporele verwerking in het verband tussen motoriek en lezen. Uit dit onderzoek kwam naar voren dat temporele verwerking zwak samenhangt met motorische vaardigheden. Het is mogelijk dat het timingmechanisme bij kinderen zonder ontwikkelingsproblematiek niet of nauwelijks verband houden met FMV en WL, maar dat andere cognitieve mechanismen in deze doelgroep belangrijker zijn.

Sterke punten en beperkingen

Een sterk punt is dat het huidige onderzoek, door te focussen op kinderen uit het reguliere onderwijs, een mooie aanvulling is op bestaande onderzoeken die de relatie tussen motorische vaardigheden en leesvaardigheid hebben onderzocht bij leerlingen met een atypische ontwikkeling (bijv. Chaix et al., 2007; Marchand-Krynski et al., 2017). Er bestaat al enige kennis over de reguliere populatie, maar deze onderzoekspopulaties bestonden met name uit jonge kinderen (Cameron et al., 2012; Potter et al., 2013). Huidig onderzoek heeft zich gericht op kinderen van 7 tot 10 jaar waardoor er een meer volledig beeld is gecreëerd over de reguliere populatie. Kennis over deze populatie is belangrijk, omdat het de relatie tussen FMV en WL bij kinderen met een atypische ontwikkeling in perspectief kan plaatsen.

Het huidige onderzoek kent ook enkele beperkingen. Ten eerste is er nog geen psychometrisch onderzoek gedaan naar experimentele vingertiktaak (VTT) hoe deze in huidig onderzoek is gebruikt. De VTT is gebaseerd op onderzoek van Tiffin-Richards et al. (2004), maar er moet nog onderzoek gedaan worden naar de psychometrische kwaliteiten van huidige VTT. Parallel aan deze beperking staat dat de maat voor timing voor de huidige vingertiktaak niet is vastgesteld. Door gebruik te maken van eerder onderzoek is er geprobeerd een passende maat voor timing vast te stellen (Birkett, 2014; Serrien, 2008; Thomson & Goswami, 2008). Huidige maat voor timing is vastgesteld door rekening te houden met de activering van het cerebellum. Deze blijkt met name bij alternerende bewegingen actief te zijn (Breska, & Ivry, 2016). Daarnaast is er gebruik gemaakt van ritmepatronen wanneer er sprake was van continuatie, omdat de verwachting is dat er meer van timing gevraagd wordt,

wanneer er geen toon te horen is. Tot slot werd er verwacht dat er bij de ritmepatronen achtsten en triolen het meest van de timing gevraagd werd. Het zou echter goed zijn om de psychometrische eigenschappen van de maat van timing vast te stellen om te kunnen onderzoeken of deze maat valide en betrouwbaar is.

Een laatste beperking slaat op de subset ‘handvaardigheid’ van de MABC-2 om de FMV mee te meten. Bij het onderdeel ‘fietspadspoor’ zou er sprake kunnen zijn van een plafondeffect (French et al., 2018). Op basis van visuele inspectie is vastgesteld dat er in huidige steekproef bij groep 6 ook sprake lijkt van een plafondeffect voor deze taak. Dit betekent dat de maat die is gebruikt om FMV te meten, mogelijk te beperkt is geweest. Daarnaast is er bij deze taak ook sprake van een verminderde constructvaliditeit, welke mogelijk veroorzaakt wordt door een verminderde interbeoordelaarsbetrouwbaarheid op deze taak. (Rudolf et al., 2018). Omdat de subset ‘handvaardigheid’ maar uit drie taken bestaat, kan het zijn dat het plafondeffect en verminderde constructvaliditeit bij de taak ‘fietspadspoor’ van invloed zijn geweest op de verbanden die zijn gevonden tussen timing, FMV en technische leesvaardigheid.

Aanbevelingen voor vervolgonderzoek en praktijk

Ten eerste kan het van toegevoegde waarde zijn om verder te onderzoeken welke invloed de leeftijd van kinderen heeft op het verband tussen FMV en WL. Mogelijk is dit verband alleen op jongere leeftijd zichtbaar en verdwijnt dit verband bij oudere kinderen. Wanneer er meer onderzoek is gedaan naar het verband tussen FMV en WL bij kinderen waarbij deze vaardigheden al meer geautomatiseerd zijn, kan er een vollediger beeld geschetst worden over dit verband. Kennis over de gehele populatie is belangrijk, omdat het de relatie tussen FMV en WL bij kinderen met een atypische ontwikkeling in perspectief kan plaatsen.

Ten tweede zou er gekeken kunnen worden naar andere testen die FMV meten, wanneer het plafondeffect van de opdracht ‘fietspadspoor’ te groot en de constructvaliditeit niet goed genoeg is om FMV nog betrouwbaar te kunnen meten. Een mogelijkheid is om gebruik te maken van de Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOT) (Bruininks & Bruininks, 2005). Deze test is uitgebreider dan het handvaardigheidsdomein van de MABC-2. De BOT meet onder andere de fijn-motorische precisie, handvaardigheid en fijn-motorische integratie. De constructvaliditeit van dit instrument werd als goed bevonden, evenals de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid (Deitz et al., 2007).

Tot slot is het van belang om de psychometrische eigenschappen van de vingertiktaak en de maat voor timing te onderzoeken omdat het nog niet bekend is in hoeverre deze

DE ROL VAN TIMING IN DE RELATIE TUSSEN FIJNE MOTORIEK EN LEZEN

betrouwbaar en valide zijn. Een aanbeveling is om in de huidige VTT de synchronisatietikken uit de continuatiefase te halen. Op deze manier wordt de continuatie beter gemeten en kunnen er mogelijk grotere verschillen gevonden worden tussen de synchronisatiefase en de continuatiefase. Wanneer er meer kennis is over de psychometrische eigenschappen kan timing op een meer betrouwbare en valide manier gemeten worden.

Op de korte termijn kan het huidige onderzoek nog geen aanbevelingen geven aan de praktijk. Mogelijk kunnen de resultaten uit vervolgonderzoek wel handvatten bieden voor de praktijk. Daarnaast zal verdere kennis over de relatie tussen FMV en WL en de rol van timing hierin mogelijk bruikbaar zijn met betrekking tot vroegsignalering van leesproblemen bij kinderen in de basisschoolleeftijd.

Conclusie

In het huidige onderzoek is er geen verband aangetoond tussen fijn-motorische vaardigheden (FMV) en (technische) woordleesvaardigheid (WL). Vanzelfsprekend kan timing in dit verband geen rol spelen. Om de rol van timing in de relatie tussen FMV en technische leesvaardigheid verder te onderzoeken is het van belang om meer onderzoek te doen naar de psychometrische eigenschappen van de vingertiktaak en de maat voor timing. Ook wordt aanbevolen om meer onderzoek te doen naar het verband tussen FMV en WL op een latere leeftijd, wanneer deze vaardigheden (grotendeels) zijn geautomatiseerd.

Literatuur

- Accardo, A. P., Genna, M., & Borean, M. (2013). Development, maturation and learning influence on handwriting kinematics. *Human movement science*, 32(1), 136-146.
- American Psychiatric Association. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental Disorders (5th ed.). Washington, DC: Author
- Biddle, K. R. (1996). *Timing deficits in impaired readers: An investigation of visual naming speed and verbal fluency*. Tufts University.
- Birkett, E. (2014). Experiments in time: exploring the components of motor timing behaviour in dyslexia. [PHD thesis, Aston University].
- Breska, A., & Ivry, R. B. (2016). Taxonomies of timing: where does the cerebellum fit in? *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 8, 282–288.
<https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2016.02.034>
- Breznitz, Z. (2006). *Fluency in reading: Synchronization of processes*. Routledge.
- Brookes, R. L., Tinkler, S., Nicolson, R. I., & Fawcett, A. J. (2010). Striking the right balance: motor difficulties in children and adults with dyslexia. *Dyslexia*, 16(4), 358–373. <https://doi.org/10.1002/dys.420>
- Bruininks, R. H. & Bruininks, B. D. (2005). Bruininks-Oseretsky Test of motor proficiency, second edition. *PsycTESTS Dataset*. <https://doi.org/10.1037/t14991-000>
- Brus, B. Th., & Voeten, M. J. M. (1973). *Één-Minuut-Test, vorm A en B*. Opgevraagd van <https://www.pearsonclinical.nl>
- Cameron, C. E., Brock, L. L., Murrah, W. M., Bell, L. H., Worzalla, S. L., Grissmer, D., & Morrison, F. J. (2012). Fine motor skills and executive function both contribute to kindergarten achievement. *Child Development*, 83(4), 1229–1244.
- Chaix, Y., Albaret, J. M., Brassard, C., Cheuret, E., de Castelnau, P., Benesteau, J., Karsenty, C. & Démonet, J. F. (2007, november). Motor impairment in dyslexia: The influence of attention disorders. *European Journal of Paediatric Neurology*, 11(6), 368–374.
<https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2007.03.006>
- Coltheart, M., Curtis, B., Atkins, P., & Haller, M. M. (1993). Models of reading aloud: Dual-route and parallel-distributed-processing approaches. *Psychological Review*, 100(4), 589–608. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.100.4.589>
- Coltheart, M. (2006). Dual route and connectionist models of reading: An overview. *London Review of Education*.
- Cunningham, A. E., Perry, K. E., & Stanovich, K. E. (2001). Converging evidence for the

DE ROL VAN TIMING IN DE RELATIE TUSSEN FIJNE MOTORIEK EN LEZEN

- concept of orthographic processing. *Reading and Writing : An Interdisciplinary Journal*, 14(5-6), 549–568. <https://doi.org/10.1023/A:1011100226798>
- De Boer, R. M. (2022). *Temporele verwerking als deelverklaring voor de relatie tussen motorische vaardigheden en leesvaardigheden bij kinderen in groep 4 en groep 6 van het regulier Nederlands basisonderwijs*. [Masterscriptie, Rijksuniversiteit Groningen].
- de Bruijn, A. G. M., Kostons, D. D. N. M., van der Fels, I. M. J., Visscher, C., Oosterlaan, J., Hartman, E., & Bosker, R. J. (2019). Importance of aerobic fitness and fundamental motor skills for academic achievement. *Psychology of Sport and Exercise*, 43, 200–209. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2019.02.011>
- De Groot, B. J. A., van den Bos, K. P., Minnaert, A. E. M. G., & van der Meulen, B. F. (2015). Phonological processing and word reading in typically developing and reading disabled children: Severity Matters. *Scientific Studies of Reading*, 19(2), 166–181. <https://doi.org/10.1080/10888438.2014.973028>
- De Groot, B. J. A., Van den Bos, K. P., & Van der Meulen, B. F. (2014). Fonemische Analyse Test Revised [Phonemic Analysis Test Revised].
- de Hoog, R., Stultiens-Houben, S., van der Heijden, I., & Balkom, J. H. G. (2012). *Prikkels in de groep: Samenwerken aan een sensorisch waardevolle omgeving voor kinderen en jongeren met een verstandelijke beperking*. Garant.
- Deitz, J. C., Kartin, D., & Kopp, K. (2007). Review of the bruininks-oseretsky test of motor proficiency, second edition (bot-2). *Physical & Occupational Therapy in Pediatrics*, 27(4), 87–102.
- De Jong, P., & Wolters, G. (2002). Fonemisch bewustzijn, benoemsnelheid en leren lezen. *Pedagogische Studiën*.
- de Waal, E., Pienaar, A. E., & Coetzee, D. (2018). Gender differences in academic achievement of children with developmental coordination disorder. *South African Journal of Childhood Education*, 8(1). <http://search.ebscohost.com.proxyub.rug.nl/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=EJ1197780&site=ehost-live&scope=site>
- Dreijer, A. (2020). *De rol van timing en coördinatie in de motorische- en leesvaardigheden van basisschoolkinderen*. [Masterscriptie, Rijksuniversiteit Groningen].
- Eckert, M. A., Leonard, C. M., Richards, T. L., Aylward, E. H., Thomson, J. & Berninger, V. W. (2003). Anatomical correlates of dyslexia: frontal and cerebellar findings. *Brain*, 126(Pt2), 482–494.
- Edwards, W. H. (2010). *Motor learning and control: From theory to practice*. Cengage Learning.

- Ekelmans, F. (2022). *Timing als deelverklaring voor relatie tussen motorische vaardigheden en technische leesvaardigheden bij kinderen in groep 4 en groep 6 van het regulier basisonderwijs*. [Masterscriptie, Rijksuniversiteit Groningen].
- Feder, K. P., & Majnemer, A. (2007). Handwriting development, competency, and intervention. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 49(4), 312–317.
- Fine, E., Ionita, C., & Lohr, L. (2002). The history of the development of the cerebellar examination. *Semin Neurol*, 22(4), 375-384.
<https://doi.org/10.1055/s-2002-36759>
- French, B., Sycamore, N. J., McGlashan, H. L., Blanchard, C. C. V. & Holmes, N. P. (2018). Ceiling effects in the Movement Assessment Battery for Children-2 (MABC-2) suggest that non-parametric scoring methods are required. *PLOS ONE*, 13(6), 0198426. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198426>
- Glenberg, A. M., Gutierrez, T., Levin, J. R., Japuntich, S., & Kaschak, M. P. (2004). Activity and imagined activity can enhance young children's reading comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 96(3), 424–436. doi: 10.1037/0022-0663.96.3.424
- Glenberg, A. M., Witt, J. K., & Metcalfe, J. (2013). From the revolution to embodiment: 25 years of cognitive psychology. *Perspectives on psychological science : a journal of the Association for Psychological Science*, 8(5), 573–585.
<https://doi.org/10.1177/1745691613498098>
- Gonzalez, S. L., Alvarez, V., & Nelson, E. L. (2019). Do gross and fine motor skills differentially contribute to language outcomes? a systematic review. *Frontiers in Psychology*, 10, 2670–2670. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02670>
- Hadders-Algra, M., & Dirks, T. (2006). De neurale groepectheorie: over het samenspel van aanleg en omgeving tijdens de ontwikkeling van motoriek. *Neuropraxis*, 10(6), 165–168. doi:101007/BF03079106
- Henderson, S. E., Sugden, D. A., Barnett, A. L., & Smits-Engelsman, C. M. (2010). *Movement ABC-2*. Pearson.
- Hoch, J. E., Rachwani, J., & Adolph, K. E. (2020). Where infants go: Real-time dynamics of locomotor exploration in crawling and walking infants. *Child development*, 91(3), 1001-102
- Hudson, K. N., Ballou, H. M., & Willoughby, M. T. (2020). Short report: Improving motor competence skills in early childhood has corollary benefits for executive function and numeracy skills. *Developmental Science*, 24(4). <https://doi.org/10.1111/desc.13071>
- Ivry, R. B., & Keele, S. W. (1989). Timing functions of the cerebellum. *Journal of cognitive*

- neuroscience*, 1(2), 136-152.
- Lachmann, T. (2018). Reading and dyslexia: The functional coordination framework. *Literacy Studies*, 16(1), 271–296. https://doi.org/10.1007/978-3-319-90805-2_13
- Landerl, K., Ramus, F., Moll, K., Lyytinen, H., Leppänen, P. H. T., Lohvansuu, K., O'Donovan, M., Williams, J., Bartling, J., Bruder, J., Kunze, S., Neuhoff, N., Tóth, D., Honbolygó, F., Csépe, V., Bogliotti, C., Iannuzzi, S., Chaix, Y., Démonet, J. F., . . . Schulte-Körne, G. (2012). Predictors of developmental dyslexia in European orthographies with varying complexity. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 54(6), 686–694. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12029>
- Léa, A. S. C., Kevin, M. G., & Steven, eB. (2014). The neural basis of audiomotor entrainment: an ale meta-analysis, 8. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00776>
- Lejeune, C., Wansard, M., Geurten, M., & Meulemans, T. (2016). Procedural learning, consolidation, and transfer of a new skill in developmental coordination disorder. *Child Neuropsychology : A Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, 22(2), 143–54. doi:10.1080/09297049.2014.988608
- Leman, P., & Bremner, A. (2019). EBOOK: *Developmental Psychology*, 2e. McGraw Hill.
- Lundy-Ekman, L., Ivry, R., Keele, S., & Woollacott, M. (1991). Timing and force control deficits in clumsy children. *Journal of cognitive Neuroscience*, 3(4), 367-376.
- Luo, Z., Jose, P. E., Huntsinger, C. S., & Pigott, T. D. (2007). Fine motor skills and mathematics achievement in East Asian American and European American kindergartners and first graders. *British Journal of Developmental Psychology*, 25(4), 595-614.
- Macdonald, K., Milne, N., Orr, R., & Pope, R. (2018). Relationships between motor proficiency and academic performance in mathematics and reading in school-aged children and adolescents: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(8). <https://doi.org/10.3390/ijerph15081603>
- Marchand-Krynski, M.-È., Morin-Moncet, O., Bélanger, A.-M., Beauchamp, M. H., Leonard, G., & Spinelli, D. (2017). Shared and differentiated motor skill impairments in children with dyslexia and/or attention deficit disorder: from simple to complex sequential coordination. *Plos One*, 12(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177490>
- Mariën, P., & Borgatti, R. (2018). Language and the cerebellum. *The Cerebellum: From Embryology to Diagnostic Investigations*, 14(408), 181–202.

<https://doi.org/10.1016/b978-0-444-63956-1.00011-4>

- Mathôt, S., Schreij, D., & Theeuwes, J. (2012). Opensesame: an open-source, graphical experiment builder for the social sciences. *Behavior Research Methods*, *44*(2), 314–24. <https://doi.org/10.3758/s13428-011-0168-7>
- Meilleur, A., Foster, N. E. v, Coll, S.-M., Brambati, S. M., & Hyde, K. L. (2020). Unisensory and multisensory temporal processing in autism and dyslexia: A systematic review and metaanalysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *116*, 44–63. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.06.013>
- Nicolson, R. I., Fawcett, A. J., & Dean, P. (2001). Developmental dyslexia: the cerebellar deficit hypothesis. *Trends in neurosciences*, *24*(9), 508-511. development? *Journal of Research in Reading*, *41*(1), 1-19.
- Potter, D., Mashburn, A. & Grissmer, D. (2013). The family, neuroscience, and academic skills: An interdisciplinary account of social class gaps in children's test scores. *Social Science Research*, *42*(2), 446–464. <https://doi.org/10.1016/j.ssresearch.2012.09.009>
- Powell, D., & Atkinson, L. (2021). Unraveling the links between rapid automatized naming (RAN), phonological awareness, and reading. *Journal of Educational Psychology*, *113*(4), 706–718. <https://doi.org/10.1037/edu0000625>
- Pritchard, S. C., Coltheart, M., Palethorpe, S., & Castles, A. (2012). Nonword reading: comparing dual-route cascaded and connectionist dual-process models with human data. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *38*(5), 1268.
- Richards, T. L., Aylward, E. H., Field, K. M., Grimme, A. C., Raskind, W., Richards, A. L., ... & Berninger, V. W. (2006). Converging evidence for triple word form theory in children with dyslexia. *Developmental neuropsychology*, *30*(1), 547-589.
- Rudolf, P., Dominika, P., & Josef, K. (2018). Psychometric properties of the qualitative assessment of manual dexterity in the mabc-2 test, *48*(2), 62–69. <https://doi.org/10.5507/ag.2018.009>
- Rueckriegel, S. M., Blankenburg, F., Burghardt, R., Ehrlich, S., Henze, G., Mergl, R., & Hernáiz Driever, P. (2008). Influence of age and movement complexity on kinematic hand movement parameters in childhood and adolescence. *International Journal of Developmental Neuroscience : The Official Journal of the International Society for Developmental Neuroscience*, *26*(7), 655–63. <https://doi.org/10.1016/j.ijdevneu.2008.07.015>
- Schipper, M.S. (2023). *De rol van coördinatie in de relatie tussen motorische vaardigheden*

- en technische leesvaardigheid bij leerlingen van groep 4 en 6 van het regulier onderwijs*. [Masterscriptie, Rijksuniversiteit Groningen].
- Serrien, D. J. (2008). The neural dynamics of timed motor tasks: Evidence from a Synchronization-continuation paradigm. *European Journal of Neuroscience*, 27(6), 1553–1560. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2008.06110.x>
- Stijkel, M. (2020). *Temporele Verwerking als Mogelijke Gemeenschappelijke Deler van Motorische Vaardigheden en Technisch Lezen in Groep 3 en 6 van het Reguliere Nederlandse Basisonderwijs*. [Masterscriptie, Rijksuniversiteit Groningen].
- Struiksma, A. J. C., Van der Leij, A., & Vieijra, J. P. M. (2018). *Diagnostiek van technisch lezen en aanvankelijk spellen* (10de editie). VU Uitgeverij.
- Suggate, S., Pufke, E., & Stoeger, H. (2016). Do fine motor skills contribute to early reading development? *Journal of Research in Reading*, 41(1), 1-19.
- Swanson, H. L., Harris, K. R., & Graham, S. (2014). *Handbook of learning disabilities* (2nd ed.). Guilford Press.
- Tallal, P. (1984). Temporal or phonetic processing deficit in dyslexia? That is the question. *Applied Psycholinguistics*, 5(2), 167-169.
- Thomson, J. M., & Goswami, U. (2008). Rhythmic processing in children with developmental dyslexia: Auditory and motor rhythms link to reading and spelling. *Journal of Physiology - Paris*, 102(1–3), 120–129. <https://doi.org/10.1016/j.jphysparis.2008.03.007>
- Tiffin-Richards, M. C., Hasselhorn, M., Richards, M. L., Banaschewski, T., & Rothenberger, A. (2004). Time reproduction in finger tapping tasks by children with attention-deficit hyperactivity disorder and/or dyslexia. *Dyslexia*, 10(4), 299–315
- Trainor, L. J., Chang, A., Cairney, J., & Li, Y. C. (2018). Is auditory perceptual timing a core deficit of developmental coordination disorder? *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1423(1), 30–39. doi:10.1111/nyas.13701
- Troost, L. H. (2022). *De rol van coördinatie in de relatie tussen leesvaardigheid en balansvaardigheid*. [Masterscriptie, Rijksuniversiteit Groningen].
- Van den Bos, K. P., De Groot, B.J.A., & De Vries, J. R. (2019). *De Klepel – R [The Klepel, - revised version: a test of pseudoword reading]*. Amsterdam: Pearson
- Van den Bos, K. P., & Spelberg, H. L. (2010). Continu Benoemen en Woorden Lezen. Een test voor het diagnosticeren van taal-en leesstoornissen. Verantwoording.
- Vuolo, J., Goffman, L., & Zelaznik, H. N. (2017). Deficits in coordinative bimanual timing precision in children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language,*

and Hearing Research, 60(2), 393-405.

Weijer, E. (2022). *De rol van coördinatie in de relatie tussen fijn motorische vaardigheden en leesvaardigheid bij leerlingen in groep 4 en groep 6 van het reguliere basisonderwijs*. [Masterscriptie, Rijksuniversiteit Groningen].

Whitall, J., Getchell, N., McMenamin, S., Horn, C., Wilms-Floet, A., & Clark, J. E. (2006). Perception-action coupling in children with and without dcd: frequency locking between task-relevant auditory signals and motor responses in a dual-motor task. *Child: Care, Health and Development*, 32(6), 679–692. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2214.2006.00676.x>

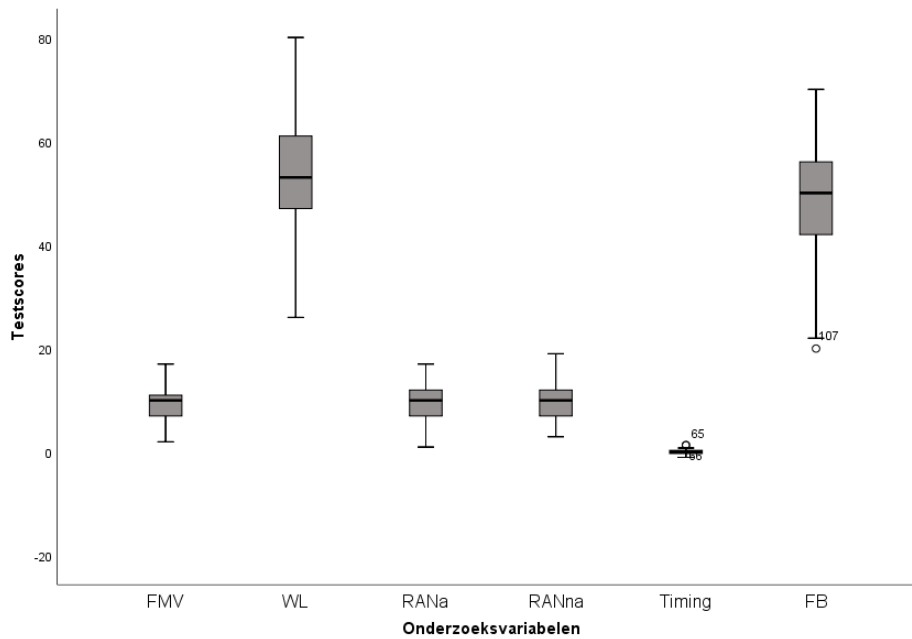
Wolf, M., & Bowers, P. G. (1999). The double-deficit hypothesis for the developmental dyslexias. *Journal of educational psychology*, 91(3), 415.

Wolf, M., Bowers, P. G., & Biddle, K. (2000). Naming-speed processes, timing, and reading: A conceptual review. *Journal of learning disabilities*, 33(4), 387-407.

Bijlage A: Statistische figuren

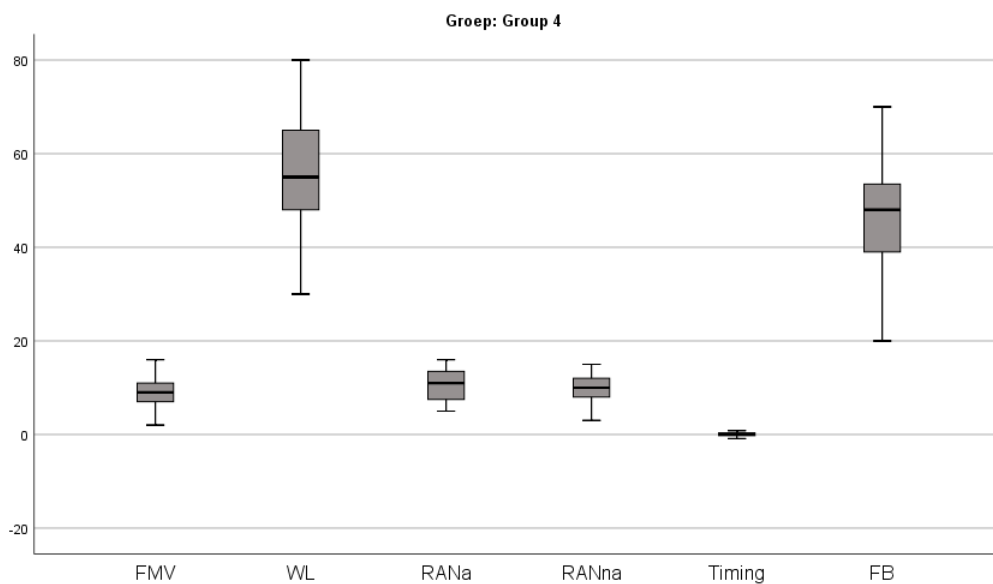
Figuur 1A

Univariate Uitbijters in de Totale Steekproef



Figuur 1B

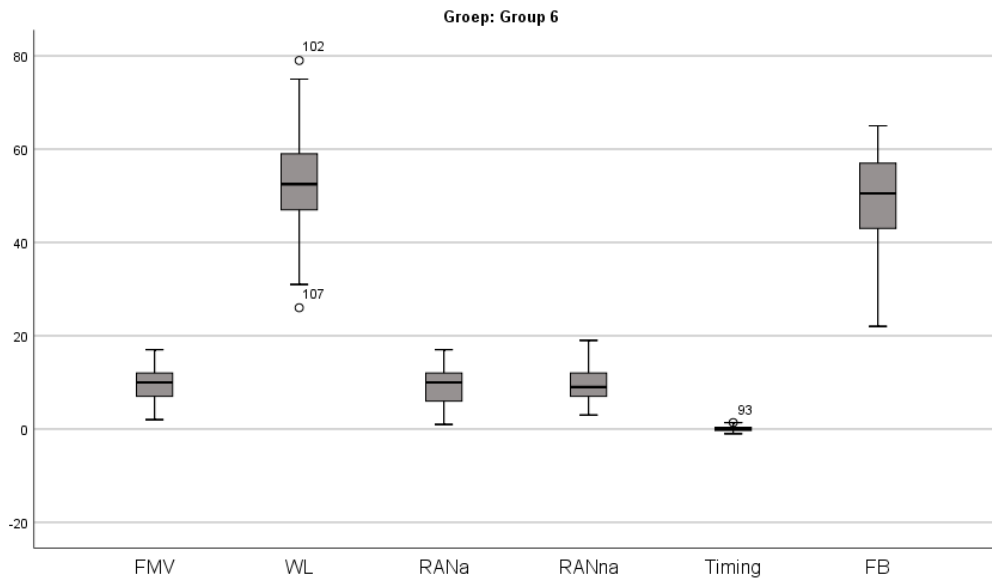
Univariate Uitbijters in Groep 4



DE ROL VAN TIMING IN DE RELATIE TUSSEN FIJNE MOTORIEK EN LEZEN

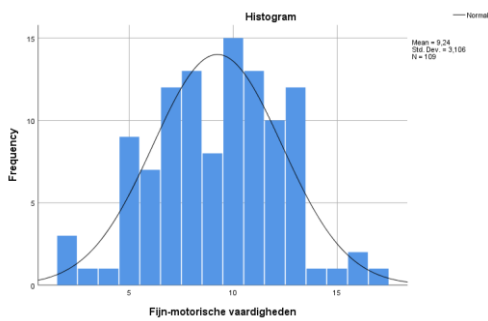
Figuur 1C

Univariate Uitbijters in Groep 4



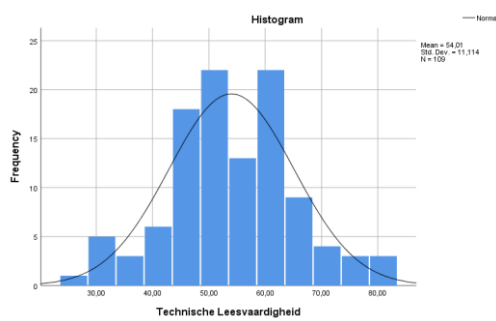
Figuur 2A

*Histogram voor Normaliteit Residuen
FMV Totale Steekproef*



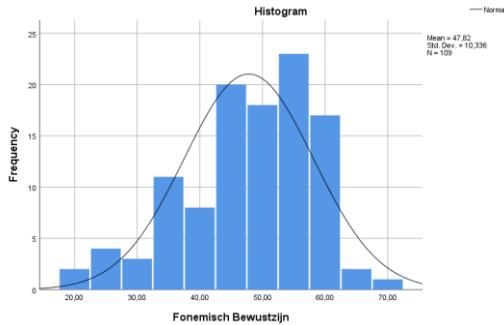
Figuur 2B

*Histogram voor Normaliteit Residuen
WL Totale Steekproef*



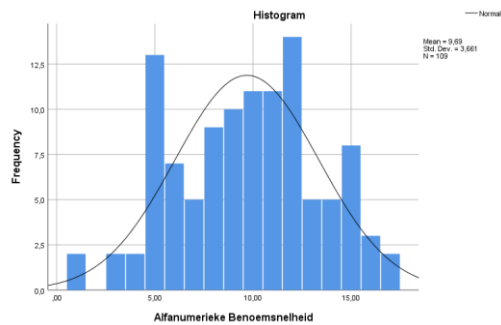
Figuur 2C

*Histogram voor Normaliteit Residuen
FB Totale Steekproef*



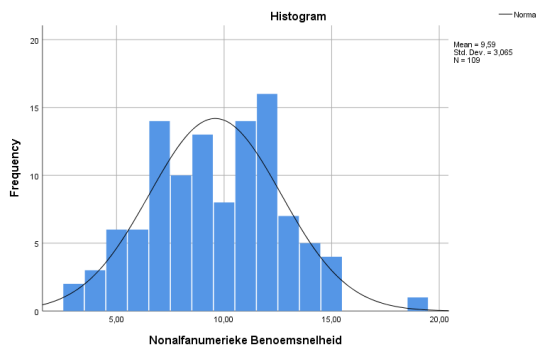
Figuur 2D

*Histogram voor Normaliteit Residuen
RAN_a Totale Steekproef*



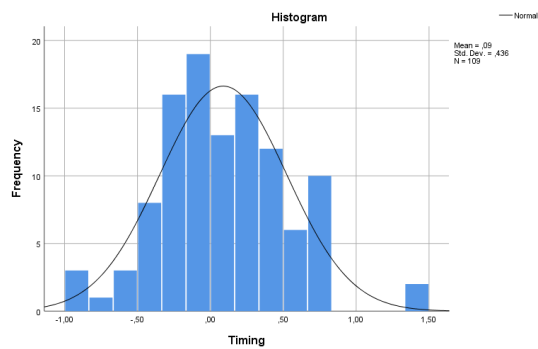
Figuur 2E

*Histogram voor Normaliteit Residuen
RAN_{na} Totale Steekproef*



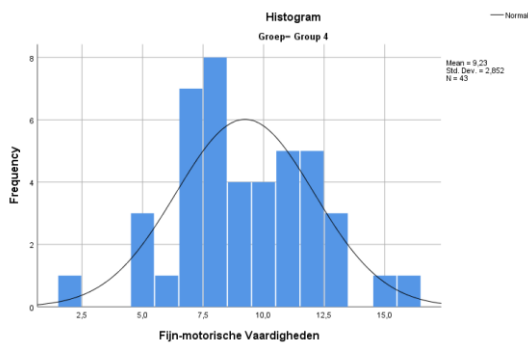
Figuur 2F

*Histogram voor Normaliteit Residuen
Timing Totale Steekproef*



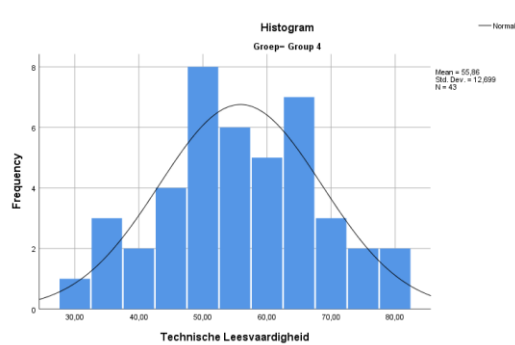
Figuur 3A

*Histogram voor Normaliteit Residuen
FMV Groep 4*



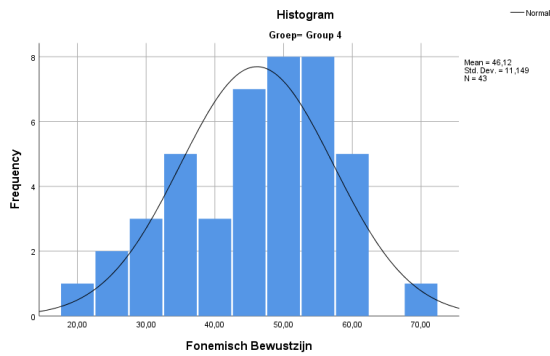
Figuur 3B

*Histogram voor Normaliteit Residuen
WL Groep 4*



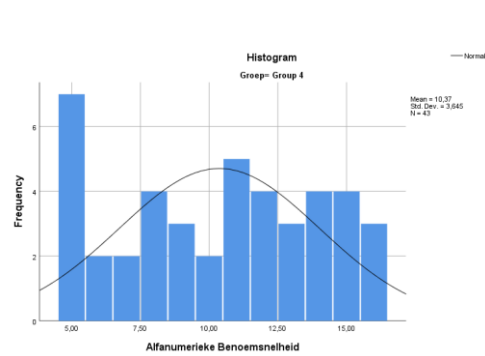
Figuur 3C

*Histogram voor Normaliteit Residuen
FB Groep 4*



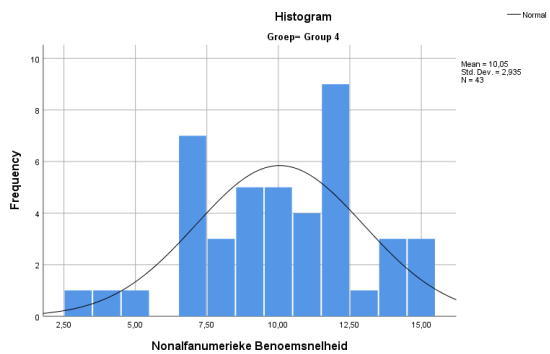
Figuur 3D

*Histogram voor Normaliteit Residuen
RAN_a Groep 4*



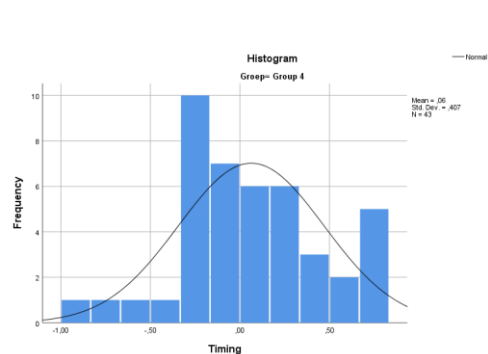
Figuur 3E

*Histogram voor Normaliteit Residuen
RAN_{na} Groep 4*



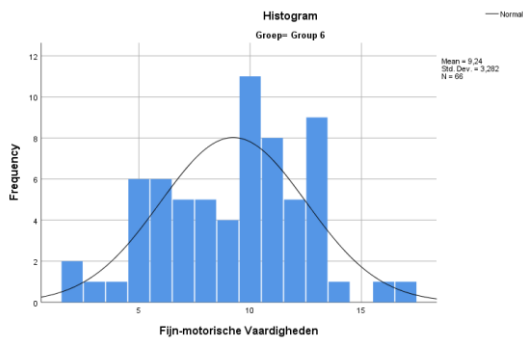
Figuur 3F

*Histogram voor Normaliteit Residuen
Timing Groep 4*



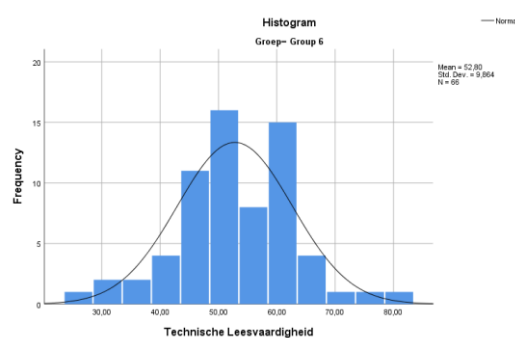
Figuur 4A

*Histogram voor Normaliteit Residuen
FMV Groep 6*



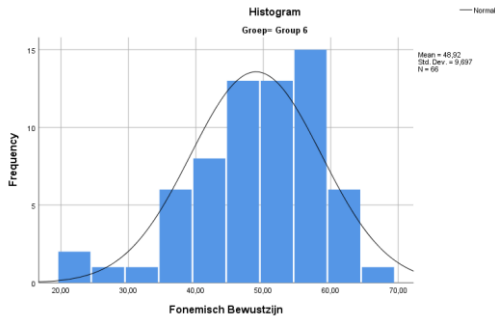
Figuur 4B

*Histogram voor Normaliteit Residuen
WL Groep 6*



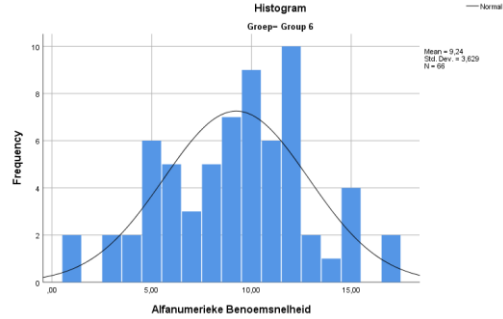
Figuur 4C

*Histogram voor Normaliteit Residuen
FB Groep 6*



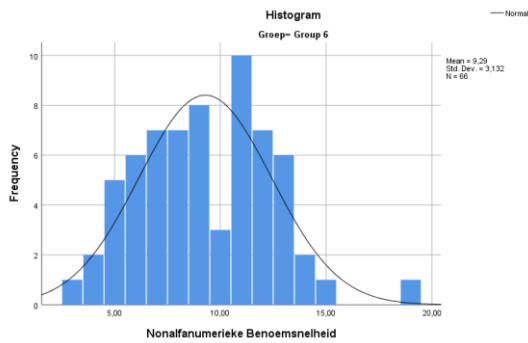
Figuur 4D

*Histogram voor Normaliteit Residuen
RAN_a Groep 6*



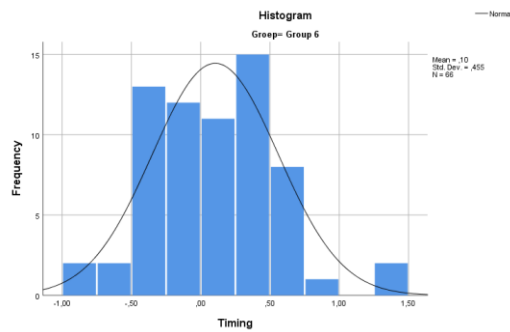
Figuur 4E

*Histogram voor Normaliteit Residuen
RAN_{na} Groep 6*



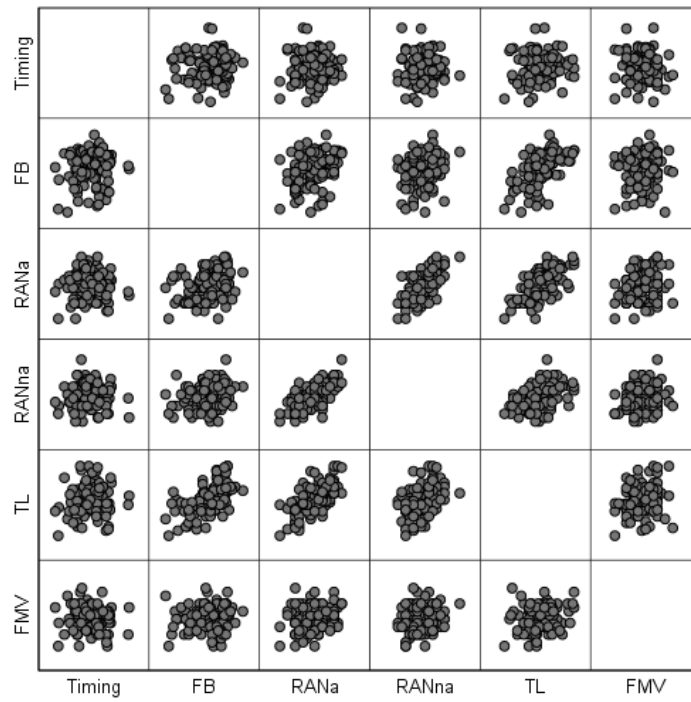
Figuur 4F

*Histogram voor Normaliteit Residuen
Timing Groep 6*



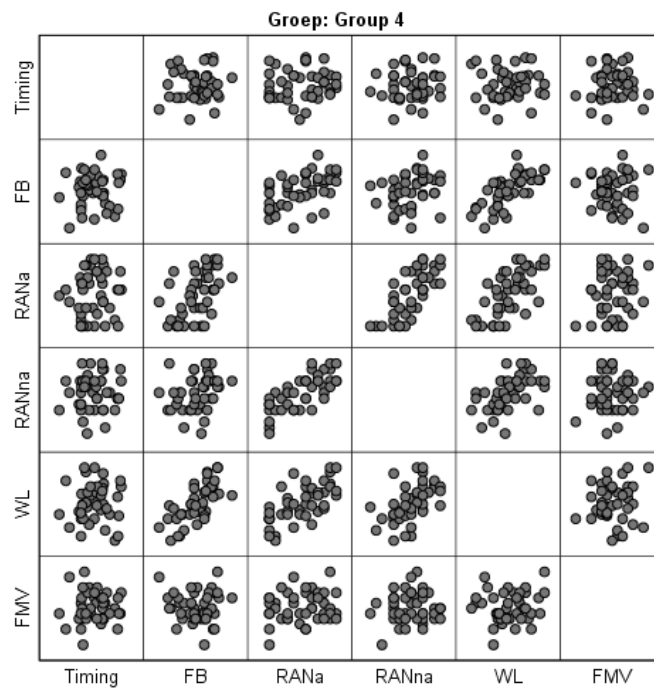
Figuur 5A

Scatterplot voor de Lineariteit en Homoscedasticiteit in de Totale Steekproef



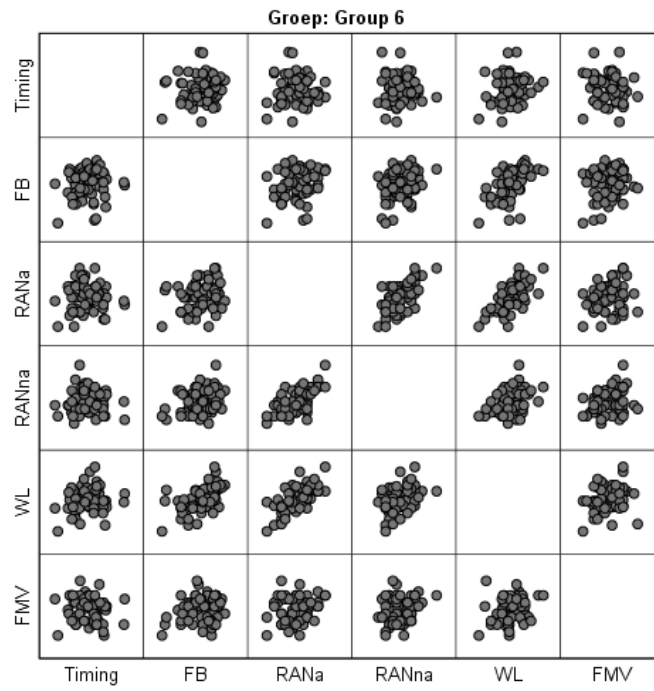
Figuur 5B

Scatterplot voor de Lineariteit en Homoscedasticiteit in Groep 4



Figuur 5C

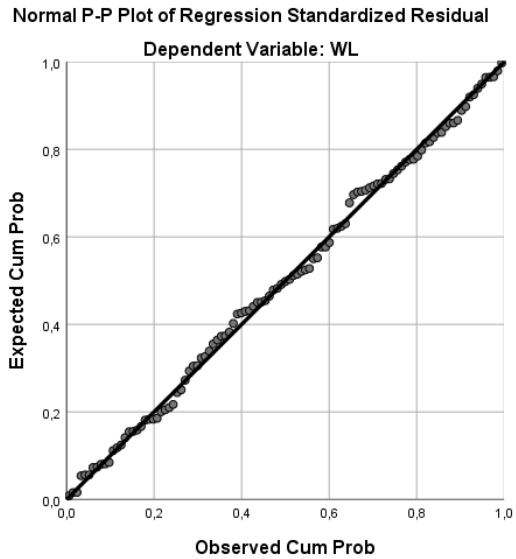
Scatterplot voor de Lineariteit en Homoscedasticiteit in Groep 6



Normaliteit en homoscedasticiteit van residuen voor hiërarchische meervoudige regressieanalyse

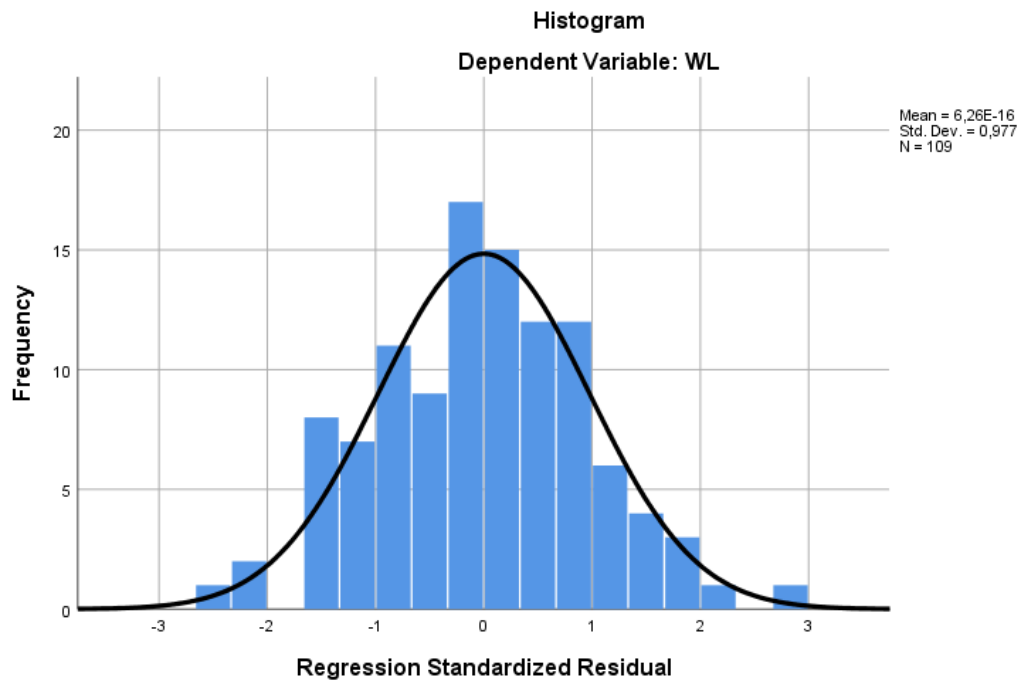
Figuur 6A

Normal P-P Plot voor de Verdeling van Residuen van WL in de Totale Steekproef



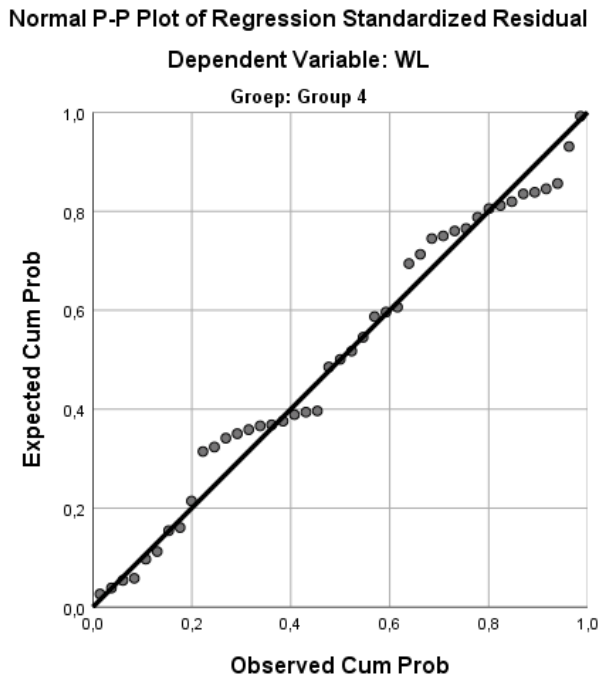
Figuur 6B

Histogram voor de Verdeling van Residuen van WL in de Totale Steekproef



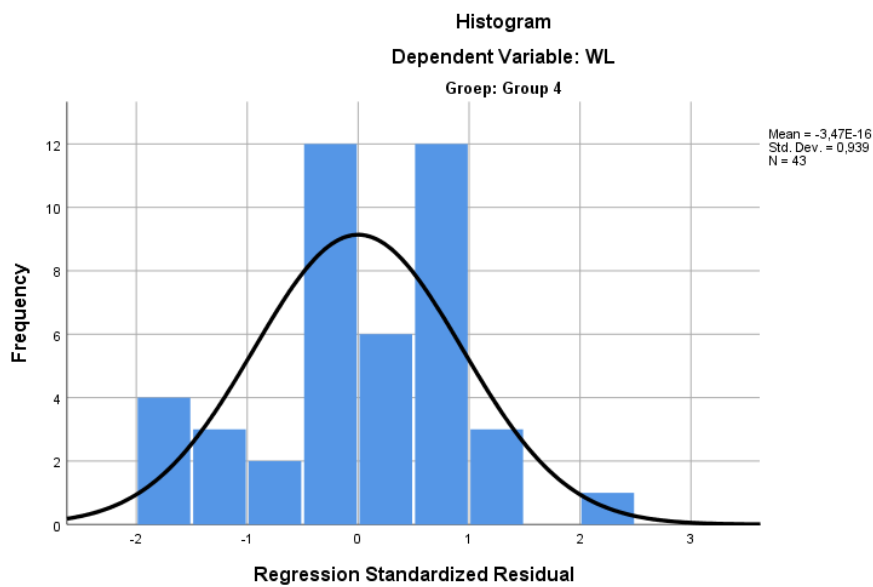
Figuur 6C

Normal P-P Plot en Histogram voor de Verdeling van Residuen van WL in Groep 4



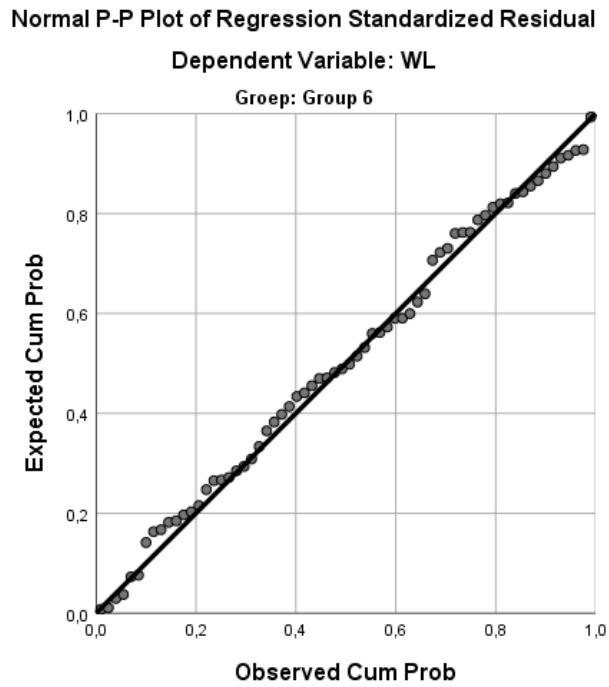
Figuur 6D

Histogram voor de Verdeling van Residuen van WL in Groep 4



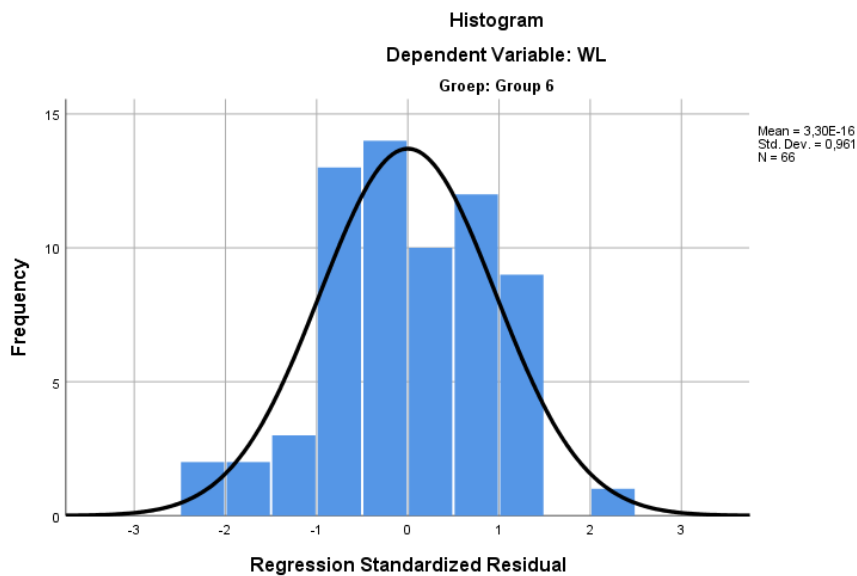
Figuur 6E

Normal P-P Plot en Histogram voor de Verdeling van Residuen van WL in Groep 6



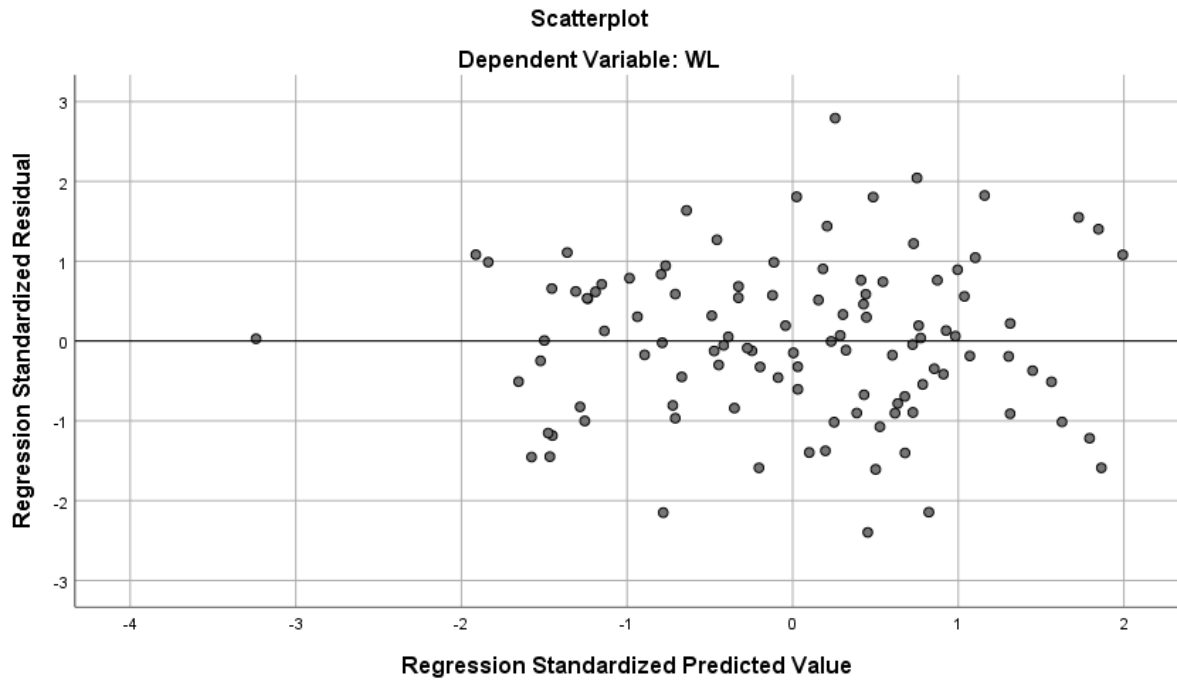
Figuur 6F

Histogram voor de Verdeling van Residuen van WL in Groep 6



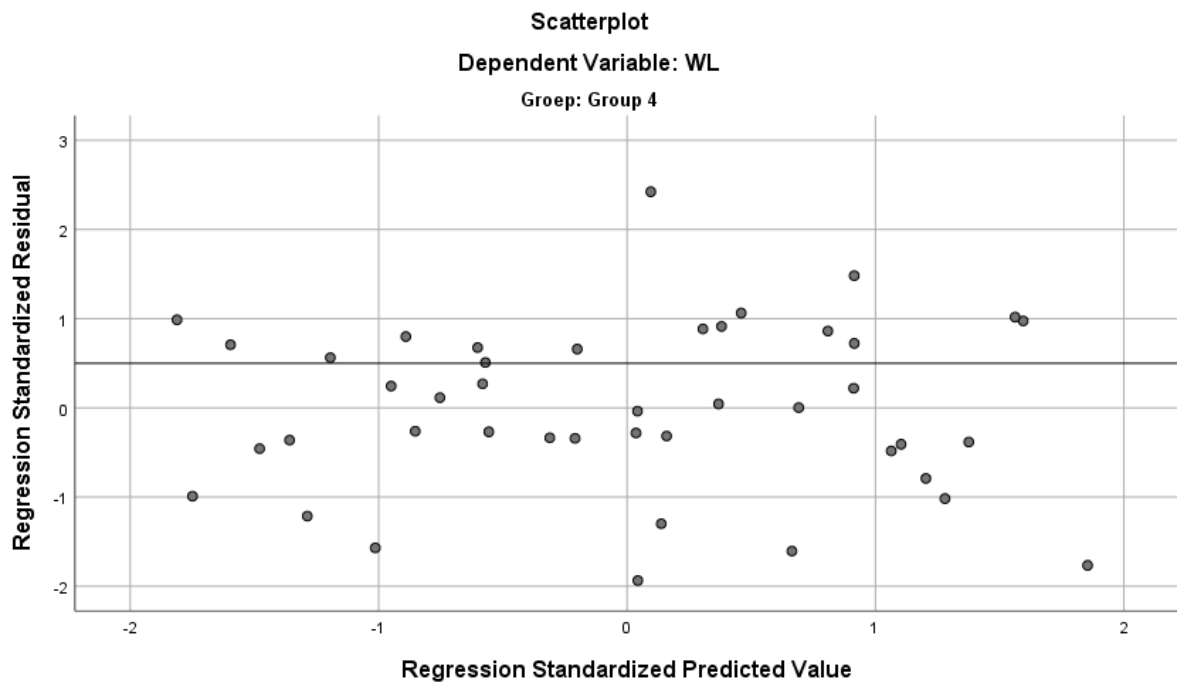
Figuur 7A

Scatterplot van de Homoscedasticiteit van Residuen voor WL voor de Totale Steekproef



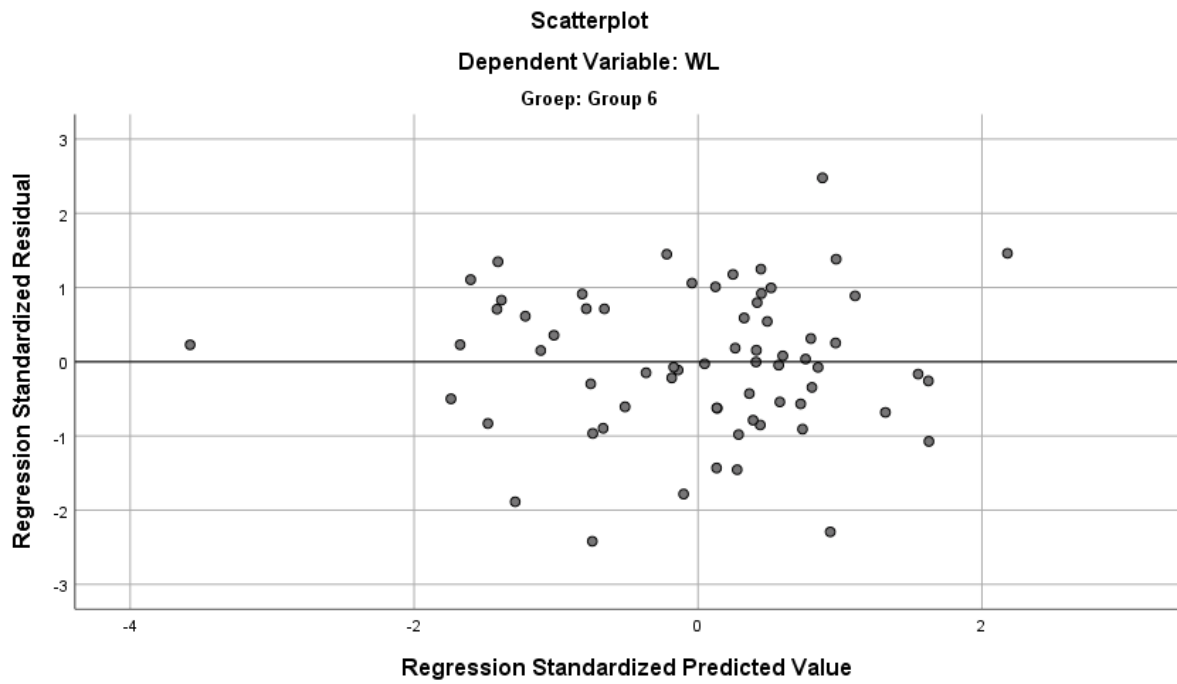
Figuur 7B

Scatterplot van de Homoscedasticiteit van Residuen voor WL voor Groep 4



Figuur 7C

Scatterplot van de Homoscedasticiteit van Residuen voor WL voor Groep 4



Bijlage B

Overzicht van alle meetinstrumenten met beschrijving van de testduur, het afnamemoment, de variabelenaam en de afkorting van de variabele.

Tabel 1

Overzicht van Meetinstrument met Testduur, Afnamemoment, Variabelenaam en Afkorting

Meetinstrument	Afgenomen in sessie	Maximale Testduur	Variabele	Afkorting
MABC-2	1	25 min	FMV	FMV
EMT-Klepel	1	5 min	(Technische) woordleesvaardigheid	WL
CB&WL totaal	1	5 min	Benoemsnelheid (Rapid Automatized naming)	RAN
CB&WL letters en cijfer	1	2,5 min	Alfanumerieke benoemsnelheid	RAN _a
CB&WL kleuren en plaatjes	1	2,5 min	Non-alfanumerieke benoemsnelheid	RAN _{na}
FAT-R	2	20 min	Fonemisch bewustzijn	FB
VTT	2	25 min	Timing	Timing

Bijlage C

Toestemmingsformulier en informatiebrief directie

Rijksuniversiteit Groningen

Faculteit Gedrags- en Maatschappijwetenschappen

Afdeling Pedagogische en Onderwijswetenschappen, Basiseenheid Orthopedagogiek: Leren en Ontwikkelen

23-03-2023

Betreft: Deelname onderzoek naar motoriek en leesvaardigheid bij kinderen in groep 4
Geachte directie,

Middels deze brief willen wij u informeren over een wetenschappelijk onderzoek dat wij uit willen voeren bij groep 4 van het basisonderwijs. U ontvangt deze brief omdat uw school past binnen ons onderzoek. In deze brief krijgt u uitleg over wat het onderzoek inhoudt. Leest u de informatie rustig door en mocht u vragen hebben over het onderzoek, stelt u deze dan gerust. De contactgegevens van de onderzoekers staan vermeld aan het einde van deze informatiebrief.

Dit onderzoek wordt uitgevoerd door de Afdeling Pedagogische en Onderwijswetenschappen, Basiseenheid Orthopedagogiek: leren en ontwikkelen van de Rijksuniversiteit van Groningen (RuG).

1. Achtergrond, doel en opzet van het onderzoek

Uit recente onderzoeken blijkt dat de ontwikkeling op verschillende gebieden, zoals motoriek en lezen, met elkaar samenhangt. We weten echter minder goed hoe deze ontwikkelingsgebieden precies invloed op elkaar uitoefenen bij kinderen en welke factoren daarbij een rol spelen. Meer kennis op dit gebied kan ertoe leiden dat de ondersteuning en het onderwijs aan kinderen in de basisschoolleeftijd beter afgestemd kan worden op hun mogelijkheden. In het huidige onderzoek willen we daarom in kaart brengen welke mechanismen ten grondslag liggen aan de relatie tussen motorische vaardigheden en leesvaardigheden. Om hier inzicht in te krijgen zullen verschillende taken op het gebied van motoriek (MABC-2) en lezen (EMT, CB & WL, Klepel, FAT-R) worden afgenomen bij kinderen in groep 4. Daarnaast wordt er een vingertiktaak op een laptop afgenomen om inzicht te krijgen in processen als timing, coördinatie en temporele verwerking.

2. Wat meedoen inhoudt en wat verwachten we van u

Wij zijn op zoek naar scholen die geïnteresseerd zijn in dit onderzoek en ons hierbij willen helpen. Als u besluit mee te doen aan het onderzoek betekent dit dat wij de hiervoor genoemde taken af willen nemen onder schooltijd bij kinderen waarvan ouders toestemming

DE ROL VAN TIMING IN DE RELATIE TUSSEN FIJNE MOTORIEK EN LEZEN

hebben gegeven tot deelname. Deze testen zullen worden afgenomen in twee sessie van ongeveer 30-45 minuten per keer verspreid over twee verschillende dagen. Voor het testen is het belangrijk dat de kinderen in een aparte, rustige ruimte getest kunnen worden. Van de leerkrachten wordt geen tijd of inzet verwacht bij het afnemen van de testen.

Graag horen we van u of uw school wil deelnemen en de informatiebrief voor ouders wil verspreiden onder de leerlingen in groep 4. Dat kunt u doen door het ondertekende toestemmingsformulier dat achter deze brief zit toe te sturen via e-mail naar Mariska Schipper en Kristel de Groot (voor contactgegevens zie onder aan deze brief).

3. Mogelijke voor- en nadelen

Het is belangrijk dat uw school de mogelijke voor- en nadelen goed afweegt voordat uw school besluit mee te doen. De deelname van de kinderen kan bijdragen aan de kennis over de relatie tussen motoriek en leesvaardigheid bij kinderen uit groep 4 van het reguliere basisonderwijs. Meer kennis op dit gebied is voordelig voor uw school omdat het kan bijdragen aan de ontwikkeling van middelen om vroegsignalering of remediëring mogelijk te maken voor zowel leesvaardigheid en/of motorische vaardigheden. De testresultaten kunnen, wanneer ouders hier toestemming voor geven, met uw school gedeeld worden. De school kan door deze testresultaten een breder inzicht krijgen in motorische- en leesvaardigheden van haar leerlingen.

Mogelijk nadelig kan zijn dat een leerling tweemaal 30-45 minuten lestijd mist in verband met de testafnames.

4. Als u niet wilt meedoen of wilt stoppen met het onderzoek

Uw school beslist zelf of deze mee wil helpen in het faciliteren van dit onderzoek. Ouders en kinderen beslissen zelf of ze meedoen aan het onderzoek. Deelname is vrijwillig. Als ouders en leerlingen wel meedoen, kunnen zij zich altijd bedenken en toch stoppen, ook tijdens het onderzoek. Zij hoeven niet te zeggen waarom ze stoppen. Wel moeten zij dit direct melden aan de onderzoeker, zodat ze niet onnodig benaderd worden. Dit kan door een e-mail te versturen naar Mariska Schipper of Kristel de Groot (voor contactgegevens zie onder aan deze brief). De gegevens die tot het moment van het stoppen van de deelname zijn verzameld, worden gebruikt voor het onderzoek.

5. Verzamelen, gebruiken en bewaren van de gegevens

De resultaten van de leerlingen op de tests worden verzameld, gebruikt en anoniem bewaard. Bij één leestest zullen audio-opnames worden gemaakt ten einde deze test nauwkeurig te kunnen scoren. Na de scoring worden deze audio-opnames meteen vernietigd.

Vertrouwelijkheid van uw gegevens

Om de privacy van de leerlingen te beschermen krijgen de verzamelde gegevens van de leerlingen een code. De namen van de leerlingen en andere gegevens die mogelijk tot identificatie van deze leerlingen leidt, worden dus losgekoppeld van de onderzoeksgegevens.

De onderzoekers weten welke code de kinderen hebben. Alleen met de sleutel van de code zijn gegevens tot de leerlingen te herleiden. Ook in rapporten, bijeenkomsten en publicaties over het onderzoek zijn de gegevens niet tot individuele leerlingen te herleiden.

Toevalsbevindingen

Tijdens dit onderzoek kan er bij toeval iets gevonden worden dat niet van belang is voor het onderzoek maar wel van belang is voor de leerling. Deze toevalsbevindingen omvatten onverwachte uitslagen op de motorische- en leestesten die kunnen duiden op problematiek. Deze informatie wordt aan ouders teruggekoppeld.

Bewaartermijn gegevens en audiomateriaal

De onderzoekers moeten op grond van wet- en regelgeving de verzamelde gegevens ten behoeve van het onderzoek 15 jaar bewaren. Daarna worden de gegevens vernietigd. De audio-opnames zullen vernietigd worden zodra het onderzoek is afgerond.

Meer informatie over uw privacy rechten staan in de privacy statement van de RUG. Deze kunt u vinden op: <https://www.autoriteitpersoonsgegevens.nl/nl/onderwerpen/algemene-informatie-avg/algemene-informatie-avg>

6. Vergoeding voor meedoen

Voor het deelnemen aan dit onderzoek krijgt u geen onkostenvergoeding omdat de metingen geen extra onkosten voor u meebrengen.

7. Heeft u vragen?

Bij vragen kunt u contact opnemen met Mariska Schipper of Kristel de Groot middels onderstaande gegevens.

Indien u klachten heeft over het onderzoek kunt u dit bespreken met de onderzoekers. Wilt u liever met iemand spreken die niet bij het onderzoek betrokken is, dan kunt u zich wenden tot de klachtenfunctionaris van de RuG.

Bij vragen of klachten over de verwerking van persoonsgegevens raden we u aan contact op te nemen met de Functionaris voor de Gegevensbescherming van de RuG.

Telefoonnummer: 050 36 35751

Mailadres: a.r.deenen@rug.nl

Bij voorbaat onze hartelijke dank voor uw medewerking.

Met vriendelijke groet,

Mariska Schipper, Masterstudent Orthopedagogiek, RuG

Kristel de Groot, Masterstudent Orthopedagogiek, RuG

DE ROL VAN TIMING IN DE RELATIE TUSSEN FIJNE MOTORIEK EN LEZEN

Suzanne Houwen, Onderzoeker Orthopedagogiek, RuG Barry de Groot, Onderzoeker Orthopedagogiek, RuG

Contactgegevens

Mariska Schipper, Masterstudent Orthopedagogiek, RuG (m.s.schipper@student.rug.nl)

Kristel de Groot, Masterstudent Orthopedagogiek, RuG (k.v.e.de.groot@student.rug.nl)

Suzanne Houwen, Onderzoeker Orthopedagogiek, RuG (s.houwen@rug.nl) Barry de Groot, Onderzoeker Orthopedagogiek, RuG (b.j.a.de.groot@rug.nl)

DE ROL VAN TIMING IN DE RELATIE TUSSEN FIJNE MOTORIEK EN LEZEN

Toestemmingsformulier:

Ik verklaar hierbij dat ik de inhoud van de brief zorgvuldig heb gelezen en hiermee akkoord ga. Ik geef de onderzoekers van de Rijksuniversiteit Groningen (Orthopedagogiek) toestemming het onderzoek uit te voeren op mijn school.

Naam school:

Naam en functie:

Handtekening:

Datum:

Bijlage D

Toestemmingsformulier en informatiebrief ouders

Geinformeerde toestemming

‘Onderzoek naar motoriek en leesvaardigheid bij kinderen in groep 4’

23 maart 2023

Geachte ouders/verzorgers,

Met deze brief willen we u graag vragen om uw kind deel te laten nemen aan een onderzoek naar de motoriek en leesvaardigheid bij kinderen uit groep 4 van de afdeling Pedagogische en Onderwijswetenschappen van de Rijksuniversiteit Groningen die plaatsvindt op Basisschool Farmsumerborg. In deze brief zullen we u uitleggen waarom wij dit onderzoek doen. Leest u de informatie rustig door en mocht u vragen hebben, dan kunt u contact opnemen met de onderzoekers. De contactgegevens van de onderzoekers staan vermeld aan het einde van deze informatiebrief. U kunt er ook over praten met uw partner, familie of vrienden.

1. Aanleiding voor en doel van het onderzoek

Uit recente onderzoeken is gebleken dat de ontwikkeling op verschillende gebieden, zoals motoriek en lezen, met elkaar samenhangt. We weten echter minder goed hoe deze ontwikkelingsgebieden precies invloed op elkaar uitoefenen bij kinderen en welke factoren daarbij een rol spelen. Meer kennis op dit gebied kan ertoe leiden dat het onderwijs en de ondersteuning aan kinderen in de basisschoolleeftijd beter afgestemd kan worden op hun mogelijkheden. Ook kan deze kennis bijdragen aan vroege signalering van motorische en/of leesproblemen. In het huidige onderzoek willen in kaart brengen welke mechanismen mogelijk ten grondslag liggen aan de relatie tussen motoriek en leesvaardigheden.

2. Wat meedoen inhoudt en wat we verwachten van u

Meedoen aan het onderzoek houdt in dat wij de motoriek en leesvaardigheid van uw kind meten onder schooltijd met een aantal taken, zoals springen, hinkelen, bal vangen, het lezen van bestaande en niet bestaande woorden en het tikken van ritmes op een laptop. Van één van de leestaken wordt een audio-opname gemaakt. Dit is van belang om achteraf de leestaak te kunnen scoren. Met de audio-opname zal vertrouwelijk omgegaan worden, wat inhoudt dat alleen de betrokken onderzoekers toegang hebben tot de opnames en deze allen voor het beoordelen van de leestaak gebruikt worden. Na het beoordelen van de leestaak, zal de audio-opname direct vernietigd worden.

Het onderzoek zal op school en onder schooltijd worden afgenomen in overleg met de groepsleerkracht. Het onderzoek wordt in twee sessies verspreid over twee verschillende dagen. Een sessie duurt ongeveer 35-40 minuten.

Graag horen we van u of uw kind wil deelnemen. Dit kunt u doen door het ondertekende toestemmingsformulier dat achter deze brief zit fysiek of per mail in te leveren bij de groepsleerkracht van uw kind

3. Mogelijke voor- en nadelen

Het is belangrijk dat u de mogelijke voor- en nadelen goed afweegt voordat u besluit mee te doen. De deelname van uw kind kan bijdragen aan kennis over de relatie tussen motoriek en leesvaardigheid bij kinderen in groep 4 van het regulier basisonderwijs. Meer kennis op dit gebied is van belang omdat het kan bijdragen aan de ontwikkeling van middelen om vroegsignalering of het verhelpen van eventuele problemen mogelijk te maken voor zowel leesvaardigheid en/of motorische vaardigheden. Een nadeel kan zijn dat uw kind twee keer 30-45 minuten leestijd mist in verband met de testafnames.

4. Moet ik meedoen aan dit onderzoek?

Meedoen aan het onderzoek is vrijwillig. Wel is uw toestemming nodig. Lees deze informatie daarom goed door. Stel alle vragen die u misschien heeft, bijvoorbeeld omdat u iets niet begrijpt. Pas daarna besluit u of u wilt meedoen. Als u besluit om niet mee te doen, hoeft u niet uit te leggen waarom, en zal dit geen negatieve gevolgen voor u hebben. Dit recht geldt op elk moment, dus ook nadat u hebt toegestemd in deelname aan het onderzoek.

5. Verzamelen, gebruiken en bewaren van uw gegevens

Alle gegevens (diagnostische gegevens, testuitslagen en audio-opnames) die tijdens dit onderzoek verzameld worden, worden vertrouwelijk behandeld. Dit wil zeggen dat de naam van uw kind direct na afloop van het onderzoek zal worden losgekoppeld van de andere onderzoeksgegevens en afzonderlijk zal worden bewaard. Hierdoor is niet meer direct te achterhalen welke onderzoeksgegevens bij uw kind horen. De testresultaten zullen door de onderzoekers gebruikt worden om analyses mee uit te voeren. De testuitslagen zullen worden opgeslagen onder een code en alleen de onderzoekers weten welke code bij welk kind hoort. Deze gegevens staan alleen op een, met wachtwoord beveiligde, laptop van de onderzoekers. Na het onderzoek worden deze codes, en daarmee de koppeling naar uw kind, verwijderd. Vanaf dit moment zijn de gegevens volledig anoniem. De resultaten van dit onderzoek kunnen verwerkt worden in één of meerdere artikelen voor een wetenschappelijk tijdschrift of worden gepresenteerd bij bijeenkomsten, maar ook hierin zal de naam van uw kind nooit worden genoemd en zijn de gegevens niet tot uw kind te herleiden.

Zodra het onderzoek is afgenomen hebben u en uw kind tot 17-05-2023 recht op toegang tot deze gegevens. Ook heeft u het recht om de gegevens tot deze datum te corrigeren of te verwijderen. Als u inzage wil in gegevens of iets wil veranderen kan u contact opnemen met één van de onderzoekers via onderstaande contactgegevens.

Meedoen aan het onderzoek is vrijwillig. Wel is uw toestemming nodig. Lees deze informatie daarom goed door. Stel alle vragen die u misschien heeft, bijvoorbeeld omdat u iets niet begrijpt. Pas daarna besluit u of u wilt meedoen. Als u besluit om niet mee te doen, hoeft u niet uit te leggen waarom, en zal dit geen negatieve gevolgen voor u hebben. Dit recht geldt op elk moment, dus ook nadat u hebt toegestemd in deelname aan het onderzoek. De onderzoekers moeten op grond van de wet- en regelgeving de verzamelde gegevens ten behoeve van het onderzoek 15 jaar bewaren. Daarna worden de gegevens vernietigd. Audio-opnames zullen vernietigd worden zodra het onderzoek is afgerond. Meer informatie over uw privacy rechten staan in de privacy statement van de RuG. Deze kunt u vinden op: <https://www.autoriteitpersoonsgegevens.nl/nl/onderwerpen/algemene-informatie-avg/algemene-informatie-avg>. Als u de toestemmingsverklaring ondertekent, geeft u toestemming voor het verzamelen, bewaren en gebruik van de persoonsgegevens van uw kind zoals beschreven in deze informatiebrief.

6. Wat moet u nog meer weten?

Bij vragen kunt u contact opnemen met Kristel de Groot of Mariska Schipper middels onderstaande gegevens.

Indien u klachten heeft over het onderzoek kunt u dit bespreken met de onderzoeker. Wilt u liever met iemand spreken die niet bij het onderzoek betrokken is, dan kunt u zich wenden tot de klachtenfunctionaris van de RuG.

Bij vragen of klachten over de verwerking van persoonsgegevens raden we u aan contact op te nemen met de Functionaris voor de Gegevensbescherming van de RuG.

Telefoonnummer: 050 36 35751

Mailadres: a.r.deenen@rug.nl

Bij voorbaat onze hartelijke dank voor uw medewerking. Met vriendelijke groet,

Mariska Schipper, Masterstudent Orthopedagogiek, RuG

Kristel de Groot, Masterstudent Orthopedagogiek, RuG

Suzanne Houwen, Onderzoeker Orthopedagogiek, RuG Barry de Groot, Onderzoeker Orthopedagogiek, RuG

Contactgegevens

Mariska Schipper, Masterstudent Orthopedagogiek RuG (m.s.schipper@student.rug.nl)

Kristel de Groot, Masterstudent Orthopedagogiek RuG (k.v.e.de.Groot@student.rug.nl)

Suzanne Houwen, Onderzoeker Orthopedagogiek, RuG (s.houwen@rug.nl)

Barry de Groot, Onderzoeker Orthopedagogiek, RuG (b.j.a.de.groot@rug.nl)

Toestemmingsformulier ouder(s)/verzorger(s) voor deelname aan onderzoek naar motoriek en leesvaardigheid van kinderen in groep 4.

Ik, ouder of voogd van het hieronder genoemde kind, bevestig:

- dat ik via de informatiebrief naar tevredenheid over het onderzoek ben ingelicht;
- dat ik in de gelegenheid ben gesteld om vragen over het onderzoek te stellen en dat mijn eventuele vragen naar tevredenheid zijn beantwoord;
- dat ik gelegenheid heb gehad om grondig over deelname aan het onderzoek na te denken;
- dat ik uit vrije wil samen met mijn kind deelneem.

Ik stem er mee in dat:

- de verzamelde gegevens van mij en mijn kind voor wetenschappelijke doelen worden verkregen en bewaard zoals in de informatiebrief vermeld staat;
- de verzamelde, geheel anonieme, onderzoeksgegevens van mij en mijn kind door wetenschappers kunnen worden gedeeld en/of worden hergebruikt om eventueel andere onderzoeksvragen mee te beantwoorden.

Ik begrijp dat:

- ik het recht heb om mijn toestemming tot deelname van mij en mijn kind op ieder moment weer in te trekken zonder dat ik daarvoor een reden hoeft op te geven.

Ondertekening ouder(s)/ voogd(en):

Naam/namen:

Handtekening(en):

Datum, plaats: / / (dag-maand-jaar); (plaats)

Naam kind:

Groep:

Geboortedatum kind: / / (dag-maand-jaar)

Ik wens wel / niet* de uitkomsten te ontvangen na afronding van het onderzoek (eind juni 2022). Het e-mailadres waarop ik dit wil ontvangen, is:

*doorhalen wat niet van toepassing is

Verklaring uitvoerend onderzoeker

Ik verklaar dat ik de hierboven genoemde ouder(s)/verzorger(s) juist heb geïnformeerd over het onderzoek en dat ik mij houd aan de richtlijnen voor onderzoekers zoals verwoord in het protocol van de Ethische Commissie Pedagogische en Onderwijswetenschappen.

Kristel de Groot en Mariska Schipper

23-03-2023, Groningen