

Running head: RELATIES TUSSEN TEMPORELE VERWERKING, MOTORIEK EN
LEZEN

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

Temporal processing as a partial explanation for the relationship between motor skills and
reading skills in children in second and fourth grade in Dutch regular education

Student: R.M. de Boer (S3765482)

Thesisbegeleiders: dr. S. Houwen en dr. B. J. A. de Groot

Tweede beoordelaar: dr. S. Damen

Rijksuniversiteit Groningen

Faculteit der Gedrags- en Maatschappijwetenschappen

Masterthesis Pedagogische Wetenschappen (track: Orthopedagogiek)

24 juni 2022

Aantal woorden: 12317

Samenvatting

Leesvaardigheden en motorische vaardigheden zijn beide belangrijke vaardigheden voor het optimaal kunnen functioneren van een kind. Verschillende onderzoeken hebben een relatie aangetoond tussen beide vaardigheden. De onderliggende mechanismen van deze relaties zijn echter nog onbekend. In het huidige onderzoek is onderzoek gedaan naar temporele verwerking als mogelijk onderliggend mechanisme van de relatie tussen leesvaardigheden en motorische vaardigheden bij kinderen in groep 4 en groep 6 van het regulier Nederlands basisonderwijs. Door middel van verschillende instrumenten, gericht op het meten van motorische vaardigheden (Movement Assessment Battery-2), leesvaardigheden (Een Minuut Test-Klepel, Fonemische analysetest-R, Continu Benoemen en Woorden Lezen) en temporele verwerking (experimentele vingertiktaak) zijn de relaties tussen de variabelen onderzocht bij 82 kinderen in groep 4 en groep 6 van het regulier Nederlands basisonderwijs. Het huidige onderzoek toont geen bewijs voor een relatie tussen leesvaardigheden en motorische vaardigheden, noch voor een rol van temporele verwerking in deze relatie. Deze conclusie moet met voorzichtigheid worden getrokken, onder andere in verband met de gehanteerde experimentele vingertiktaak en de operationalisering van temporele verwerking, waar eerst aanvullend onderzoek naar moet worden gedaan.

Trefwoorden: temporele verwerking, leesvaardigheden, motorische vaardigheden, vingertiktaak, fonologisch bewustzijn, benoemsnelheid

Abstract

Reading skills and motor skills are both essential skills for the optimal functioning of a child. Several studies have shown a relationship between both skills. However, the underlying mechanisms of this relationship are not clear yet. The current study focused on temporal processing as a possible underlying mechanism of the relation between reading skills and motor skills in children in second grade (age 7/8) and fourth grade (age 9/10) in Dutch regular elementary schools. Using different instruments, aimed at measuring motor skills (Movement-ABC-2), reading skills (One Minute Test-Klepel, phonemic analysis test-R, Continuous Naming en Word Reading), and temporal processing (experimental finger tapping task) the relationships between the variables have been studied in 82 second grade and fourth grade children. The current study showed no evidence for a relationship between reading skills and motor skills as well as for a possible role of temporal processing in this relationship. This conclusion must be drawn with caution, due to using an experimental finger tapping task and the operationalization of temporal processing needs to be further researched.

Keywords: temporal processing, reading skills, motor skills, finger tapping task, phonological awareness, rapid automatized naming

**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**

Lezen is één van de belangrijkste vaardigheden om goed te kunnen functioneren in het dagelijks leven. Leesvaardigheden zijn nodig om de steeds complexer wordende wereld te begrijpen en nieuwe kennis te verkrijgen (Onderwijsraad & Raad voor Cultuur, 2019). Om uiteindelijk teksten goed begrijpend te kunnen lezen, zijn allereerst technische leesvaardigheden nodig om letters en klanken aan elkaar te kunnen koppelen en woorden en zinnen te kunnen ontsleutelen (Gough & Tunmer, 1986). Als kinderen moeite hebben met het technisch lezen kan dit ook effect hebben op de rest van hun (academische) toekomst (Arnbak, 2004; Mol, 2010; Onderwijsraad & Raad voor Cultuur, 2019). Zo halen goed lezende kinderen hogere cijfers op basisvakken als wiskunde en Engels dan minder goed lezende kinderen en trainen goed lezende kinderen hun concentratievermogen en geheugen beter dan minder goed lezende kinderen (Mol, 2010). Daarnaast hebben kinderen met ernstige leesproblemen (dyslexie) vaak problemen op andere ontwikkelingsdomeinen, zoals motorische problemen (bijv. Alamargot et al., 2020). Uit verschillende onderzoeken is gebleken dat motorische vaardigheden¹ een voorspeller zijn van leesvaardigheden (bijv. de Bruijn et al., 2019; Macdonald et al., 2018).

De associatie tussen technische leesvaardigheden en motorische vaardigheden is regelmatig aangetoond in onderzoeken waarin kinderen met dyslexie worden vergeleken met kinderen met leeftijdsadequate leesvaardigheden (o.a. Alamargot et al., 2020; Nicolson &

¹ Motorische vaardigheden zijn vaardigheden die nodig zijn om te kunnen bewegen. Deze vaardigheden kunnen worden opgedeeld in fijne motorische vaardigheden (bijv. knippen en pen vasthouden) en grove motorische vaardigheden (bijv. lopen, springen en rennen) (Adolph & Hoch, 2020).

Fawcett, 1994). Nicolson en Fawcett (1994) vergeleken beide groepen op verschillende taken: kinderen met dyslexie bleken motorische taken (kralen rijgen en balanstaken) significant slechter uit te voeren dan kinderen zonder dyslexie. Ook uit recent onderzoek is gebleken dat kinderen met dyslexie minder efficiënte motorische vaardigheden en een vertraging in het leren schrijven hebben (Alamargot et al., 2020). Echter, niet alle kinderen met dyslexie hebben problemen met motorische vaardigheden. Chaix et al. (2007) toonden aan dat zo'n 40-57% van de kinderen met dyslexie problemen heeft met coördinatie en balans; ongeveer de helft had dus geen motorische problemen. Behalve in onderzoek bij kinderen met leesproblemen, meer specifiek dyslexie, is de samenhang tussen motorische- en leesvaardigheden ook aangetoond bij kinderen met significante motorische problemen, zoals kinderen met Developmental Coordination Disorder (DCD)² (bijv. de Waal et al., 2018; Dewey et al., 2003). Kinderen met DCD scoren over het algemeen significant lager op verschillende maten voor lezen, schrijven en spellen dan kinderen zonder DCD (de Waal et al., 2018; Dewey et al., 2003). De onderzoeken die gedaan zijn naar de relatie tussen motorische vaardigheden en leesvaardigheden bij kinderen met een leeftijdsadequate ontwikkeling hebben het verband met lezen aangetoond voor zowel fijne motorische vaardigheden als grove motorische vaardigheden (Macdonald et al., 2018). Uit de review van Macdonald et al (2018) bleek er sterk bewijs te zijn voor significant zwak verband tussen fijne motoriek en leesvaardigheden en tussen grove motoriek en leesvaardigheden bij kinderen met een leeftijdsadequate ontwikkeling. Er is nog te weinig onderzoek gedaan naar de totale

² De diagnose DCD wordt gesteld wanneer het verwerven en uitvoeren van gecoördineerde motorische vaardigheden substantieel onder het niveau verloopt dat verwacht mag worden gezien de kalenderleeftijd, dit interfereert met algemene dagelijkse levensverrichtingen en invloed heeft op schoolprestaties en andere activiteiten. Bovendien beginnen de symptomen in de vroege ontwikkelingsperiode en kunnen de deficiënties niet beter verklaard worden door een andere DSM-diagnose (American Psychiatric Association, 2013).

motorische vaardigheden in relatie tot leesvaardigheden bij kinderen met een leeftijdsadequate ontwikkeling om iets te kunnen zeggen over de relatie tussen technische leesvaardigheden en totale motorische vaardigheden, zonder dat gefocust wordt op één onderdeel of domein van die motorische vaardigheden. Om deze relatie in de algemene populatie te kunnen onderzoeken wordt in het huidige onderzoek het wel of niet hebben van een diagnose van een ontwikkelingsstoornis losgelaten en daarmee een meer dimensioneel perspectief genomen. De focus ligt hiermee op de relatie tussen motorische vaardigheden en technische leesvaardigheden in de algemene populatie; er wordt hierin geen onderscheid gemaakt tussen groepen.

Naast een tekort aan onderzoek naar de relatie tussen totale motorische vaardigheden en technische leesvaardigheden bij de algemene populatie, is er nog heel weinig bekend over de onderliggende mechanismen die deze relatie kunnen verklaren (Kaplan et al., 1998; Nicolson & Fawcett, 2011). Eén van de mogelijke mechanismen die in dit verband uit de literatuur naar voren komt is temporele verwerking (Birkett, 2014; Nicolson & Fawcett, 1999). Temporele verwerking is een intern timing mechanisme dat verantwoordelijk is voor het verwerken van visuele en auditieve informatie in de tijd (Tallal, 1980). Deze informatie kan bijvoorbeeld bestaan uit bepaalde tonen of verschillende klanken die op verschillende momenten worden gehoord (bijv. Martin et al., 2010) of uit de tijdswaarneming die nodig is om bijvoorbeeld een bal goed te kunnen vangen of een stap te kunnen zetten (Parrell et al., 2019). Bij het verwerken van die informatie gaat het om millisecondenverwerking, welke specifiek te maken heeft met het genereren van spraak, het zien en volgen van bewegingen en het coördineren van eigen bewegingen (Mauk & Buonomano, 2004). Hoewel er - voor zover bekend - geen studies zijn geweest die motorische vaardigheden en technische leesvaardigheden tezamen in relatie tot temporele verwerking hebben bestudeerd, blijkt uit verschillende bronnen dat temporele verwerking samenhangt met zowel leesvaardigheden als

motorische vaardigheden (bijv. Meilleur et al., 2020; Whittall et al., 2008). Het huidige onderzoek heeft daarom als doel om meer inzicht te verschaffen in de relaties tussen leesvaardigheden, motorische vaardigheden en temporele verwerking. Er wordt antwoord gegeven op de vraag: *In hoeverre speelt temporele verwerking een rol in de relatie tussen leesvaardigheden en motorische vaardigheden bij kinderen in groep 4 en in groep 6 van het regulier Nederlands basisonderwijs?* Voordat dit beantwoord gaat worden, wordt nader ingegaan op het begrip temporele verwerking. Vervolgens wordt de samenhang tussen leesvaardigheden en temporele verwerking verder uitgediept, waarbij verschillende aspecten van het technisch lezen worden meegenomen. Daarna wordt beschreven op welke manier motorische vaardigheden en temporele verwerking met elkaar samenhangen. Hiermee worden uiteindelijk mogelijke verklaringen voor temporele verwerking als onderliggend mechanisme van de relatie tussen motorische vaardigheden en technische leesvaardigheden weergegeven.

De samenhang tussen leesvaardigheden en temporele verwerking blijkt onder andere uit de temporele verwerkingstekorthypothese. Deze hypothese stelt dat kinderen met dyslexie een algemeen tekort hebben in het waarnemen van veranderende auditieve signalen (Tallal, 1980). Het waarnemen van auditieve signalen is belangrijk voor de ontwikkeling van het fonologisch bewustzijn: het kunnen omgaan met klanken. Het fonologisch bewustzijn is een belangrijke voorspeller van leesvaardigheden (de Groot et al., 2015; Tambyraja et al., 2020). Het fonologisch bewustzijn is hiermee een mogelijke mediërende variabele in de relatie tussen temporele verwerking en technische leesvaardigheden. Als een kind begint met lezen is het veel bezig met dit analytische ontsleutelingsproces, waarvoor inzicht in de klankstructuur van de taal essentieel is (Ball, 1993). In het begin van het leren lezen gaat het vooral om het kunnen ‘hakken’ en ‘plakken’ van woorden, waarbij de betekenis van het woord nog geen rol speelt. Een relevante specificatie van het fonologisch bewustzijn is in dit verband het fonemisch bewustzijn, waarbij het kind in staat is (alle) losse, betekenisvolle klankdelen

binnen een geschreven woord te herkennen. Dit proces staat ook wel bekend als de klank-
tekenkoppeling. Als een kind vervolgens deze klanken herkent en bewust kan manipuleren
(bijvoorbeeld omwisselen), is er sprake van fonologisch bewustzijn (Ball, 1993). Temporele
verwerking moet ervoor zorgen dat er snel en adequaat onderscheid gemaakt kan worden
tussen verschillende klanken, waardoor fonemische verschillen waargenomen kunnen worden
(bijvoorbeeld het verschil tussen 'ba' en 'da'). Het kunnen onderscheiden van klanken draagt
bij aan communicatieve vaardigheden als lezen en schrijven (Mauk & Buonomano, 2004).
Het ervaren van moeilijkheden in het verwerken van korte, snel na elkaar gepresenteerde
geluiden grijpt aan op verschillende aspecten van het leesproces, waarin een mogelijke
verklaring voor de samenhang tussen temporele verwerking en technische leesvaardigheden
zit. Moeilijkheden in het analyseren van snelle informatie blijkt te leiden tot moeilijkheden in
het analytisch ontsleutelen, doordat klanken niet snel aan elkaar gekoppeld kunnen worden
(Dorman et al., 1974). Verschillende studies hebben de beweringen van de temporele
verwerkingstekorthypothese bevestigd door aan te tonen dat kinderen met dyslexie problemen
hebben met het verwerken van korte, snel na elkaar gepresenteerde geluiden (Fostick &
Revah, 2018; Jain et al., 2020; Malenfant et al., 2012; McArthur & Bishop, 2001; Plourde et
al., 2017).

Tegelijkertijd is niet alleen het snel analyseren van informatie, maar ook het snel
ophalen en benoemen van de informatie van belang voor het lezen (Birkett, 2014). Een ander
aspect van lezen dat samenhangt met temporele verwerking is dan ook de benoemsnelheid
(Birkett, 2014; Kail et al., 1999). De benoemsnelheid³ is de snelheid waarmee verbale
informatie die hoort bij herkenbare visuele stimuli uit het lange termijngeheugen wordt
opgehaald en is vooral een belangrijke voorspeller van direct herkendend, geautomatiseerd
(woord)lezen (de Groot et al., 2015; Powell & Atkinson, 2021). De samenhang tussen het

³ In het Engels: rapid automatized naming (RAN)

fonologisch bewustzijn en benoemsnelheid zou mogelijk verklaard kunnen worden doordat zowel temporele verwerking als benoemsnelheid afhankelijk lijken te zijn van een meer algemeen verwerkingssnelheidsmechanisme (Benasich & Tallal, 1996), welke te maken heeft met het de snelheid van het herkennen van verschillende onderdelen van een geheugentest. Deze verwerkingssnelheid blijkt ook een significante voorspeller van benoemsnelheid te zijn (Kail & Hall, 1994). Om de relaties tussen het fonologisch bewustzijn, de benoemsnelheid, temporele verwerking en leesvaardigheden tezamen verder te onderzoeken luidt de eerste deelvraag van het huidige onderzoek:

In hoeverre spelen het fonologisch bewustzijn en de benoemsnelheid een rol in de relatie tussen temporele verwerking en leesvaardigheden bij kinderen in groep 4 en groep 6?

Op basis van eerder onderzoek (bijv. de Groot et al., 2015; Tambyraja et al., 2020; Powell & Atkinson, 2021) wordt verwacht dat zowel het fonologisch bewustzijn als de benoemsnelheid voorspellers zijn voor latere leesvaardigheden. Verder is de verwachting dat het fonologisch bewustzijn en de benoemsnelheid in beide leeftijdsgroepen samenhangen met temporele verwerking, vanwege het belang van het snel kunnen analyseren en het snel kunnen ophalen van informatie voor de leesvaardigheden. (Birkett, 2014; Fostick & Revah, 2018). Beide leesgerelateerde aspecten zijn dan ook mogelijk mediators in de relatie tussen leesvaardigheden en temporele verwerking (Malenfant et al., 2012).

Naast de reeds genoemde temporele verwerkingstekorthypothese kan een verklaring voor de samenhang tussen temporele verwerking en lezen gezocht worden in de cerebellaire theorie van dyslexie, ook wel bekend als de automatiseringshypothese (Nicolson & Fawcett, 1999). Deze hypothese suggereert dat leesproblemen bij kinderen voortkomen uit het niet automatisch vloeiend kunnen uitvoeren van bepaalde taken of het ophalen van bepaalde

informatie (zoals het geval bij benoemsnelheid) uit het cerebellum. Door het niet snel automatisch kunnen ophalen van verbale informatie moeten kinderen terugvallen op hun klank-tekenkoppeling (Powell & Atkinson, 2021), welke bovendien verzwakt kan zijn door een verzwakte temporele verwerking zoals de temporele verwerkingstekorthypothese stelt (Tallal, 1980). Door terug te blijven vallen op het fonemische deel van het technisch lezen, doordat het lezen niet geautomatiseerd is, kost het kinderen meer tijd en moeite om snel en accuraat te lezen. Naast leesproblemen hebben kinderen met dyslexie vaak ook moeite met het uitvoeren van motorische taken die geautomatiseerde vloeiendheid vragen, zoals balanstaken (Alamargot et al., 2020; Nicolson & Fawcett, 1999), waarmee de cerebellaire theorie ook een verklaring kan zijn voor de relatie tussen motorische vaardigheden en leesvaardigheden. Omdat de relatie tussen leesvaardigheden en motorische problemen niet in alle onderzoeken is aangetoond (bijv. Chaix et al., 2007) en er nog relatief weinig onderzoek is gedaan naar de onderliggende mechanismen, wordt door middel van de tweede deelvraag gekeken in hoeverre deze relatie er is:

In hoeverre is er een relatie tussen de technische leesvaardigheden en motorische vaardigheden van kinderen in groep 4 en groep 6?

De verwachting op basis van verschillende genoemde onderzoeken (o.a. Alamargot et al., 2020, Macdonald et al., 2018) is dat er een zwakke, maar significante relatie is. Volgens de eerdergenoemde cerebellaire theorie van dyslexie houden specifieke automatiseringsproblemen verband met afwijkingen in het cerebellum. Het cerebellum is echter vooral bekend geworden om zijn rol in motorische vaardigheden en is o.a. betrokken bij coördinatie, balans en spierspanning (Hardwick et al., 2021; Lemon & Edgley, 2010; Schugens et al., 1998). De cerebellaire theorie van dyslexie kan daarom een verklaring bieden

voor de mogelijke gemeenschappelijke betrokkenheid van temporele verwerking bij lezen en motorische vaardigheden. Temporele verwerking wordt volgens onderzoek aangestuurd door de supplementaire motorische schors (SMA)(Gompf et al., 2017) en de basale ganglia, als onderdeel van het cortico-striatale netwerk (Merchant et al., 2013). Deze motorische breinnetwerken blijken onderdeel te zijn van het uitvoeren en verwerken van interne timing, ook wanneer er geen beweging voor nodig is (Tomassini et al., 2018). Verschillende onderzoeken hebben dan ook aangetoond dat temporele verwerking niet alleen aangestuurd wordt door de SMA en de basale ganglia, maar dat ook het cerebellum hierin een rol speelt (Breska & Ivry, 2016).

Motorische vaardigheden als lopen en vangen vereisen een goede tijds waarneming (Birkett, 2013). Ook lezen, zoals eerder genoemd in relatie tot het snel ophalen van klanken en woorden, vereist een goede tijds waarneming (o.a. Jain et al., 2020). Omdat tijds waarneming (met name interne tijds waarneming) een grote rol speelt bij temporele verwerking (Plourde et al., 2017), richt de derde deelvraag zich op de relatie tussen de leesgerelateerde aspecten (fonologisch bewustzijn en benoemsnelheid), temporele verwerking, motorische vaardigheden en technische leesvaardigheden:

In hoeverre spelen temporele verwerking, fonologisch bewustzijn en benoemsnelheid een rol in de relatie tussen motorische vaardigheden en leesvaardigheden van kinderen in groep 4 en groep 6?

De verwachting is dat zowel temporele verwerking als motorische vaardigheden significante voorspellers zijn van de leesvaardigheden en daarmee alle variabelen voorspellers van leesvaardigheden zullen zijn. De verwachting is dat temporele verwerking een deel van de verklaarde variantie van motorische vaardigheden overneemt, waarmee temporele

verwerking dus een rol speelt in de relatie tussen motorische vaardigheden en leesvaardigheden. Zo is bijvoorbeeld uit een experiment uit 2013 gebleken dat het veranderen van geluiden van voetstappen, de loopsnelheid van respondenten ook deed veranderen (Young et al., 2013). Auditieve informatie lijkt dus ook relevant voor motorische vaardigheden. De vraag dringt zich dan op welk mechanisme hieraan ten grondslag kan liggen. Een mogelijk antwoord op deze vraag is wellicht gelegen in een onderzoek naar auditieve verwerking bij kinderen met DCD (Chang et al., 2021). Uit dit recente onderzoek is namelijk gebleken dat kinderen met DCD tekorten hebben in hun auditieve tijdswaarneming (Chang et al., 2021). Kinderen met DCD bleken minder goed ritmes en geluiden uit elkaar te kunnen houden dan algemeen ontwikkelende kinderen. Uit een ander onderzoek is gebleken dat kinderen met DCD moeite hebben met het uitvoeren van een vingertiktaak (Whitall et al., 2008), welke vaak gebruikt wordt om temporele verwerking te meten (bijv. Birkett, 2014; Gompf et al., 2017; Leonard et al., 1988; Plourde et al., 2017; Tiffin-Richards et al., 2004; Whitall et al., 2008; Witt et al., 2008). Kinderen met DCD bleken niet goed op het juiste moment te kunnen tikken (Whitall et al., 2008). Op basis van verschillende tonen en ritmes die kinderen te horen krijgen, moeten ze met hun vingers op het toetsenbord tikken. Hiermee wordt gekeken of kinderen op het juiste moment (in de maat) tikken. Bij het uitvoeren van deze taak wordt niet veel van het geheugen of de aandacht van het kind gevraagd, waardoor temporele verwerking goed gemeten kan worden (Birkett, 2014). Hierbij is de verwachting: hoe sneller en complexer een vingertiktaak, hoe meer er van de temporele verwerking gevraagd wordt. Bovendien is bij het bimanueel uitvoeren van deze taak, net als bij het uitvoeren van motorische taken, het cerebellum actief (Witt et al., 2008). Daarnaast blijkt dat er meer gevraagd wordt van temporele verwerking op momenten dat er geen externe toon is (Serrien, 2008), maar het de bedoeling is om door te tikken op basis van een toon die je eerder

hoorde (continuatie). Hiermee is er dus geen sprake van een externe, maar een interne tijdswaarneming als temporele verwerking (Gompf et al., 2017).

In het huidige onderzoek wordt op soortgelijke wijze, d.w.z. door middel van een experimentele vingertiktaak, de rol van temporele verwerking verder onderzocht in samenhang met de verschillende maten voor technische leesvaardigheden en motorische vaardigheden. De verwachting is dat bij een hogere tiksnelheid en een complexer ritme er meer gevraagd wordt van je temporele verwerking. Ook is een verschil tussen eerdergenoemde synchronisatie (tikken op de toon) en continuatie (tikken tussen de tonen in/na de tonen) te verwachten, zoals in het onderzoek van Serrien (2008). Bij kinderen met lagere scores op lees- en/of motorische taken wordt dan ook verwacht dat zij minder accuraat deze snelle tikken kunnen uitvoeren. Daarnaast wordt verwacht dat de benoemsnelheid en het fonologisch bewustzijn beide een mediërende rol spelen in de relatie tussen leesvaardigheden en temporele verwerking. Ten slotte is de verwachting dat een ontwikkelingsaspect een rol speelt in bovengenoemde relaties. Temporele verwerking is, net als leesvaardigheden en motorische vaardigheden, een aspect is dat zich door de jaren heen ontwikkelt (Wang & Yang, 2016). De temporele verwerkingssnelheid wordt steeds hoger, met een maximum wanneer het kind ongeveer 10-11 jaar is (groep 6/7) (S. Jain et al., 2015). Om dit ontwikkelingsaspect te onderzoeken luidt de vierde deelvraag:

In hoeverre verschillen de relaties tussen temporele verwerking, motorische vaardigheden en leesvaardigheden tussen groep 4 en groep 6?

Naar het ontwikkelingsaspect van al deze variabelen tezamen is voor zover bekend nog geen onderzoek gedaan. Kinderen in groep 4 vragen veel van hun fonologische bewustzijn. Naarmate een kind beter leert lezen, neemt de rol van fonologisch-analytische

processen af (de Groot et al., 2015), terwijl die van geautomatiseerde verwerkingsprocessen, bijvoorbeeld gemeten door de benoemsnelheid, juist toeneemt naarmate een kind ouder wordt. Een kind kan steeds sneller nodige informatie uit het langetermijngeheugen ophalen en kan daardoor beter en sneller lezen. Kinderen in groep 6 zouden sommige moeilijke woorden nog heel analytisch moeten ontsleutelen (fonemisch coderen), terwijl makkelijkere woorden zo uit hun geheugen opgehaald kunnen worden. Uit onderzoek is verder gebleken dat kinderen een steeds betere temporele verwerking krijgen: ze kunnen klanken die kort na elkaar klinken steeds beter onderscheiden (Hillock et al., 2011; Lewkowicz, 1996). Ook motorische vaardigheden ontwikkelen zich door de jaren heen. Het leren van motorische vaardigheden begint al als baby. Naar mate een kind ouder wordt kan het steeds beter schrijven, lopen, een bal gooien en worden de bewegingen steeds sneller en accurater (Kim et al., 2015). Omdat temporele verwerking, motorische vaardigheden, leesvaardigheden, benoemsnelheid en fonologisch bewustzijn zich allen door de jaren heen ontwikkelen, zijn benoemsnelheid en fonologisch bewustzijn mogelijk mediërende factoren in de relatie tussen temporele verwerking, leesvaardigheden en motorische vaardigheden. Met het huidige onderzoek wordt daarom onderscheid gemaakt tussen groep 4 en groep 6 om mogelijke verschillen aan te kunnen tonen. De verwachting is hierbij dat de rol van temporele verwerking in de relatie tussen motorische- en leesvaardigheden zowel bij groep 4 als bij groep 6 aanwezig is, maar in groep 4 de route meer via het fonologisch bewustzijn (analytisch) gaat en in groep 6 meer via de benoemsnelheid (automatisch). In groep 4 wordt het mediatie-effect van fonologisch bewustzijn groter verwacht dan die van de benoemsnelheid, terwijl in groep 6 het mediatie-effect van de benoemsnelheid groter zou kunnen zijn.

Methode

Design

De huidige studie heeft een cross-sectioneel onderzoeksdesign. Hierin zijn twee groepen (kinderen uit groep 4 en kinderen uit groep 6) met elkaar vergeleken met betrekking tot hun temporele verwerking, motorische- en leesvaardigheden. Er is sprake van één meetmoment, verdeeld over twee sessies, waarin de verschillende meetinstrumenten zijn afgenomen.

Steekproef

Voor het huidige onderzoek zijn kinderen uit groep 4 en groep 6 van reguliere basisscholen middels een gelegenheidssteekproef gerekruteerd, waarbij voor de onderzoekers bekende scholen zijn geworven. In totaal zijn veertien scholen benaderd, waarvan drie scholen uiteindelijk wilden participeren. Eén school bevond zich in Friesland, één in Groningen en één in Gelderland. In totaal zijn ouders van 101 kinderen benaderd: ouders van 56 kinderen uit groep 4 en ouders van 45 kinderen uit groep 6. Hiervan hebben 56 ouders toestemming gegeven (waarvan 24 in groep 4 en 32 in groep 6), van 44 ouders kwam geen reactie en één ouder gaf geen toestemming. Bij de 56 kinderen zijn data verzameld, waarvan 1 kind ziek was bij de tweede sessie en 1 kind achteraf niet meer wilde deelnemen. De data van deze twee kinderen zijn niet verder meegenomen in het onderzoek. Uit een soortgelijk onderzoek uit 2020 van studenten van de RUG waren data van 28 kinderen uit groep 6 beschikbaar (Dreijer, 2020; Stijkel, 2020). Hierdoor betrof de totale steekproef 82 kinderen. Hiervan zaten 25 kinderen in groep 4 (10 meisjes, 40%) en 57 kinderen in groep 6 (29 meisjes, 51%). De gemiddelde leeftijd van de kinderen in groep 4 was 94,44 maanden (SD 4,78) en in groep 6 116,67 maanden (SD=3,93). Inclusiecriteria waren: kinderen volgen onderwijs op een reguliere basisschool in groep 4 of groep 6 en zijn

in staat om de motorische- en leestaken uit te voeren. Exclusiecriteria waren: ongecorrigeerde gehoor- en visusproblemen en/of gediagnosticeerde neurologische stoornissen. De exclusiecriteria zijn geverifieerd door navraag te doen bij ouders, leerkracht en intern begeleider. Parallel aan het huidige onderzoek is door drie mede studenten onderzoek verricht naar timing (Ekelmans, 2022) en coördinatie (Troost, 2022; Weijer, 2022) als mogelijke onderliggende mechanismen van motorische- en leesvaardigheden.

Meetinstrumenten

Een-Minuuut-Test (EMT), Klepel-R

De technische woordleesvaardigheden van de kinderen zijn gemeten door middel van twee verschillende betrouwbare en valide instrumenten die samen een woordleesindex vormen, namelijk de EMT en de Klepel-R. Beide instrumenten zijn bedoeld voor kinderen van 7 tot en met 14 jaar. De EMT is een gerenommeerde woordherkenningstest (van den Bos et al., 2019). Kinderen moeten in één minuut zoveel mogelijk woorden accuraat lezen. Het aantal fout gelezen woorden wordt afgetrokken van het aantal goed gelezen woorden. Vervolgens wordt deze ruwe score omgezet in een normscore (T-score) met gemiddelde 50 en standaarddeviatie 10.

De Klepel-R is een decodeertest waarin een kind in twee minuten zoveel mogelijk items moet oplezen (van den Bos et al., 2019). De items van de Klepel-R bestaan uit pseudowoorden. Deze woorden bestaan niet en moeten dus wel via fonemische decodeertechnieken gelezen worden. De score is op dezelfde manier berekend als bij de EMT. De paralleltestbetrouwbaarheid, de test-hertestbetrouwbaarheid en de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van beide tests zijn zeer goed te noemen (van den Bos et al., 2019). Ook de begripsvaliditeit en criteriumvaliditeit zijn goed bevonden. Ook COTAN

beoordeelt de normen, betrouwbaarheid en validiteit van de instrumenten als goed (Egberink et al., 1994; Egberink et al., 2019).

Continu Benoemen en Woorden Lezen test (CB&WL)

De benoemsnelheid is gemeten door middel van de benoemtaken van de CB&WL test (van den Bos & Lutje Spelberg, 2010). Deze is genormeerd voor kinderen vanaf 5;10 tot en met 16;3 jaar. Kinderen moeten zo snel mogelijk letters, cijfers, kleuren en plaatjes van kaarten oplezen. Elke kaart bevat 50 items, welke allemaal opgenoemd moeten worden. De tijd in seconden levert een ruwe score op, die wordt omgezet in een standaardscore met gemiddelde 10 en standaarddeviatie 3 (Wechsler-scores). Aparte standaardscores voor de alfanumerieke en de non-alfanumerieke benoemsnelheid worden gecreëerd, omdat zij beroep doen op verschillende aspecten van het benoemen, en verschillende rollen kunnen spelen bij leesvaardigheden (bijv. Donker et al., 2016). De criteriumvaliditeit, begripsvaliditeit en betrouwbaarheid van de CB&WL zijn goed bevonden (Egberink et al., 2010).

Fonemische Analyse Test (FAT-R)

De FAT-R brengt de fonemische analysevaardigheid in kaart bij kinderen van 7 tot en met 14 jaar (de Groot, van den Bos, & van der Meulen, 2014). De subtest FoneemWeglatting bevat items waarbij een woord wordt voorgesproken, waarvan vervolgens een deel wordt weggelaten. Bijvoorbeeld: wat blijft er over van het woord *kruiwagen* als je *krui* weglaat? De subtest FoneemVerwisseling bevat items die een voor- en achternaam bevatten, waarvan de beginletters verwisseld moeten worden. Bijvoorbeeld: *Dik Trom* wordt *Tik Drom*. De test is afgenomen op een laptop, waarbij de onderzoeker op de spatiebalk klikt wanneer het kind de laatste klank van het woord uitsprekt. Telkens is de snelheid van het geven van het goede antwoord gemeten. Bij foute antwoorden komt er een tijdspenalty bij, waarbij de tijd

afhankelijk is van de leeftijd van het kind. Door deze per subtest bij elkaar op te tellen komen ruwe scores naar voren. Deze ruwe scores zijn omgezet in een normscore met gemiddelde 50 en standaarddeviatie 10 (T-score). De paralleltestbetrouwbaarheid, de test-hertestbetrouwbaarheid en de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van de FAT-R zijn zeer goed te noemen (Egberink, Vermeulen & Frima, 2014). Ook heeft de FAT-R een hoge mate van inhoudsvaliditeit en is de begripsvaliditeit goed te noemen (Egberink, Vermeulen & Frima, 2014).

Movement Assessment Battery for Children (MABC-2)

De motorische vaardigheden zijn in kaart gebracht door middel van leeftijdsband 2 (7-10 jaar) van de MABC-2 (Henderson et al., 2010). Het instrument bestaat uit acht items, verdeeld over drie domeinen: handvaardigheid, mikken en vangen en balans. De ruwe scores op de items zijn omgezet in standaardscores en opgeteld tot een score per domein. Deze standaardscores per domein zijn omgezet in een totale standaardscore met gemiddelde 10, standaarddeviatie 3 en een range van 1-19. De test-hertestbetrouwbaarheid, interbeoordelaarsbetrouwbaarheid, begripsvaliditeit en inhoudsvaliditeit van de MABC-2 zijn goed bevonden (Banátová & Psotta, 2022; Jaikaew & Satiansukpong, n.d.; Serbetar et al., 2019).

VingerTikTaak (VTT)

Temporele verwerking is gemeten door middel van een experimentele Vingertiktaak. Deze is (m.b.v. E-Prime, Psychology Software Tools en Open Sesame (Mathôt et al., 2012)) vanuit de Rijksuniversiteit Groningen ontwikkeld door dr. B. de Groot en dr. S. Houwen in het kader van verscheidene masterthesis-projecten om temporele verwerking, timing en coördinatie te kunnen meten. Bij deze taak moeten respondenten diverse ritmische patronen

met een metronoom (toon) meetikken op het toetsenbord van een laptop. De VTT grijpt aan op drie dimensies, op basis waarvan voor het huidige onderzoek verschillende experimentele condities zijn gecreëerd: Ritmische complexiteit, Snelheid en Lateralisatie (Tabel 1).

Tabel 1

Overzicht van de drie Experimentele Conditie van de VingertikTaak weergegeven in Beats per Minute (BPM).

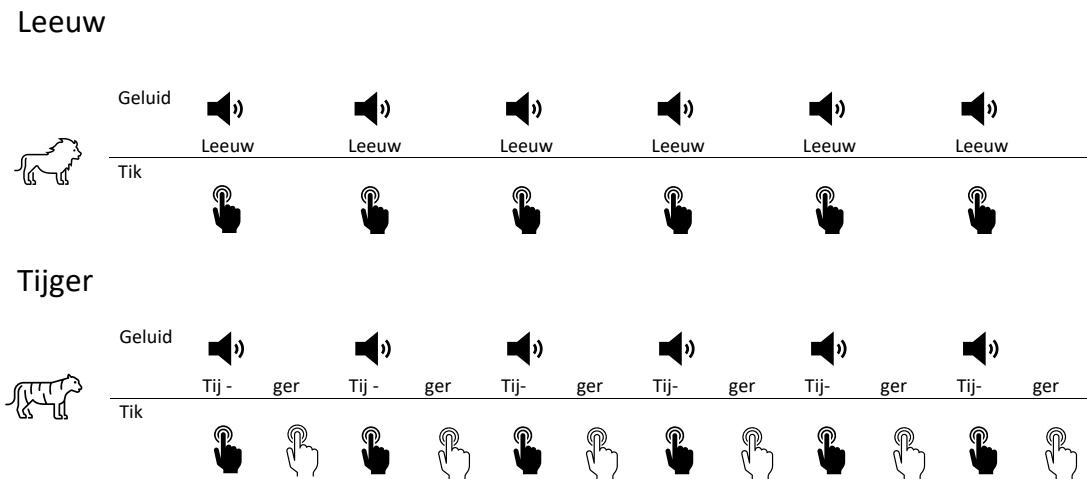
Ritmische complexiteit	<i>Lateralisatie</i>								
	DH			NDH			ALT		
Kwarten	60	80	100	60	80	100	60	80	100
Achtsten	60	80	100	60	80	100	60	80	100
Triolen	60	80	100	60	80	100	60	80	100
Zestienden	60	80	100	60	80	100	60	80	100

Noot. De in grijs gearceerde combinaties worden in het huidige onderzoek gebruikt om temporele verwerking te meten. DH= dominante hand, NDH= niet dominante hand, ALT= alterneren

Ritmische complexiteit. De taak bevat vier ritmecondities: kwarten (1 tik per toon), achtsten (2 tikken per toon), (achtste) triolen (3 tikken per toon) en zestienden (4 tikken per toon). De toon is bij alle verschillende ritmes slechts te horen op de kwarten. Hierdoor is er sprake van zowel synchronisatie (op de te horen toon mee kunnen tikken) als continuatie (tikken wanneer je een metronoomtoon zou verwachten, maar deze niet hoort). De ritmische complexiteiten zijn aangegeven met dierennamen, zodat de kinderen beter kunnen begrijpen wat er van ze verwacht wordt. Het aantal lettergrepen van de dierennaam staat voor het aantal tikken per tel. In Figuur 1 is hiervan een voorbeeld gegeven in de gevallen van de kwarten (leeuw) en de achtsten (tijger). Kinderen kunnen deze dierennamen hardop noemen om te onthouden hoe vaak ze moeten tikken.

Figuur 1

De Ritmische Complexiteiten 'Kwartten' en 'Achtsten', Weergegeven in Dierennamen.



Noot. Leeuw (kwartten) bestaat uit één lettergreep, waardoor kinderen weten dat ze één keer per toon moeten tikken. Tijger bestaat uit twee lettergrepen, waardoor kinderen weten dat ze twee keer moeten tikken per toon die ze horen.

Snelheid. De ritmecondities worden daarnaast op drie snelheden afgespeeld, oftewel er zijn drie snelheidscondities: 60, 80 en 100 bpm (beats per minute).

Lateralisatie. Respondenten moeten op de juiste momenten op de *p* en *q* toetsen van een laptop tikken. Hierbij wordt *p* gebruikt voor de rechterhand en *q* voor de linkerhand. Zowel de voorkeurshand (ook wel dominante hand DH), de niet-voorkeurshand (ook wel niet dominante hand NDH) als het alterneren (ALT) van beide handen worden gemeten in drie respectievelijke lateralisatiecondities.

Scoring van temporele verwerking

Voor elke tik wordt de accuratesse van de gegeven respons gemeten: dit is het verschil tussen het moment waarop de tik zou moeten plaatsvinden en het moment waarop de tik daadwerkelijk plaatsvindt uitgedrukt in milliseconden. Hiermee ontstaat een zogeheten

afwijkingsscore, waarbij 0 betekent dat er precies op het juiste moment getikt is. Een negatieve afwijkingsscore geeft aan dat er te vroeg getikt is en bij een positieve afwijkingsscore is er te laat getikt. Deze afwijkingsscores zijn voor de huidige studie echter absoluut gemaakt, zodat er geen verschil is tussen te vroeg en te laat tikken; in beide gevallen is even 'mis' getikt. De maat voor temporele verwerking is uiteindelijk gecreëerd door middel van gemiddelde afwijkingsscores bij (combinaties van) de verschillende ritmes, snelheden en handen. Hierbij geldt: hoe lager deze afwijkingsscore, des te beter de temporele verwerking. In het huidige onderzoek zijn hiervoor de in Tabel 1 grijs gearceerde combinaties van condities gebruikt. De afwijkingsscores van de tikken zijn omgezet in standaardscores (z-scores), waarmee voor zowel snelheid als voor ritmecomplexiteit is gestandaardiseerd. Hierdoor is rekening gehouden met toevallige accurate tikken: hoe sneller de tikken elkaar moeten volgen en hoe complexer het ritme, hoe groter de kans om toevallig raak te tikken.

Omdat de VTT een experimentele taak is, staat er niet vast op welke manier (met welke combinatie van condities) temporele verwerking gemeten wordt. Hieronder wordt beschreven welke onderdelen van de VTT gebruikt worden om temporele verwerking in kaart te brengen en waarom. Ten eerste is voor het meten van temporele verwerking de eerste conditie - kwarten, 60 bpm, dominante hand (DH) - als baseline gebruikt. Er werd verwacht dat deze conditie voor iedereen goed te doen is, omdat hierbij alleen sprake is van tikken op de toon (synchronisatie), waarbij de tikken bovendien allen 1000 ms van elkaar verwijderd zijn (Serrien, 2008).

Ten tweede worden de bimanuele, alternerende condities gebruikt voor de maat van temporele verwerking. Over het algemeen vragen bimanuele (alternerende) bewegingen meer van iemands temporele verwerking dan unimanuele taken (Witt et al., 2008). Bij bimanuele taken is bovendien het cerebellum actief, welke ook een rol speelt bij de temporele verwerking (Breska & Ivry, 2016; Gompf et al., 2017; Witt et al., 2008).

Ten derde is het belangrijk voor de maat van temporele verwerking om te benadrukken dat het in het huidige onderzoek gaat om milliseconden-verwerking. De tijd tussen de metronoomtikken, vanaf nu *stimulus onset asynchrony* (SOA) genoemd, is daarom weergegeven in milliseconden (ms) en is bijna altijd korter dan 1000 ms (1 sec); de SOA's bij de combinatie van de condities *kwarten* en *60 bpm* is echter 1000 ms, waardoor dit een geschikte maat voor het basisniveau is. Deze meet niet de temporele verwerking, maar de mate waarin een kind deze taak kan uitvoeren: een basisniveau. Bij de *achtsten*, *triolen* en *zestienden* is er sprake van zowel synchronisatie als continuatie. Bij continuatie wordt gebruik gemaakt van een representatie van de toon (Serrien, 2008), waarbij geen toon te horen is maar doorgetikt moet worden op momenten dat je de toon zou verwachten. Uit onderzoek blijkt dat er meer gevraagd wordt van temporele verwerking op momenten dat er geen externe toon is (Serrien, 2008). Om deze reden wordt verwacht dat de conditiecombinaties *zestienden*, *60 bpm*, *ALT* (vanaf nu: *Z_60_ALT_conti*) met een SOA van 250 ms en *triolen*, *80 bpm* (vanaf nu: *T_80_ALT_conti*) met een SOA van 250 ms gebruikt kunnen worden om de temporele verwerking in kaart te brengen. Door SOA's van gelijke lengte te gebruiken, kan goed onderscheid gemaakt worden tussen ritmecomplexiteit en snelheid. De *zestienden* conditie (TVz) vraagt namelijk vooral veel van de snelheid, terwijl de *triolen* conditie (TVt) naast de snelheid ook veel van het verwerken van het ritme vraagt.

De volgende formule is gebruikt om temporele verwerking (TV) te scoren:

$$TV = (Z_60_ALT_conti - K_60_DH) - (T_80_ALT_conti - K_60_DH)$$

Hierin bestaat temporele verwerking uit:

$$TVz = (Z_60_ALT_conti - K_60_DH)$$

$$TVt = (T_80_ALT_conti - K_60_DH)$$

Om te zien in hoeverre er een verschil is tussen de continuatie en de synchronisatie zijn ook de variabelen $(Z_{60_ALT_sync} - K_{60_DH})$ en $(T_{80_ALT_sync} - K_{60_DH})$ gecreëerd. Deze twee synchronisatiematen worden alleen gebruikt om te kunnen vergelijken met de continuatiematen om de maat voor temporele verwerking te kunnen controleren. De verwachting hierin is dat de synchronisatie- en continuatiemaat iets anders meten en dus niet tot zwak met elkaar samenhangen.

Procedure

Er is toestemming verleend voor het onderzoek door de Ethische Commissie van Pedagogische en Onderwijswetenschappen. Aan de school en ouders is informed consent gevraagd. Om deze toestemming te verkrijgen zijn brieven verstuurd met daarin informatie over het doel en de procedure van het onderzoek. Na toestemming van zowel directie als ouders zijn de testafnames gestart. De data zijn verzameld in samenwerking met drie andere masterstudenten. De studenten zijn getraind in het afnemen van de instrumenten. Aan de hand van de eerdergenoemde instrumenten zijn de temporele verwerking, leesvaardigheden, motorische vaardigheden, benoemsnelheid en het fonologisch bewustzijn in kaart gebracht. De instrumenten zijn individueel afgenomen in een ruimte op de school van het kind. De afname nam in totaal ongeveer 90 minuten per kind in beslag, verdeeld over twee sessies. De gebruikte onderzoeksgegevens en persoonlijke gegevens kunnen slechts door de onderzoekers aan elkaar gekoppeld worden.

Inspectie VTT-data

Voordat de VTT-data geanalyseerd zijn, zijn eerst opvallendheden bekeken en zo nodig opgelost. Bij alle variabelen (elke tik van de VTT) was sprake van missende scores. Het

kan hierbij zijn dat het kind mis tikte (verkeerde toets), of dat het kind helemaal niet heeft getikt. Deze missende scores zijn vervangen door een maximale afwijkingsscore, omdat deze wel het ‘niet kunnen tikken’ van de respondent weergeven. Deze maximale afwijkingsscore is afhankelijk van de lengte van de SOA's: de helft van een SOA is de maximale afwijkingsscore. Deze maximale afwijkingsscore is dan ook voor elk ritme en snelheid verschillend. Omdat er bij KW_60 telkens 1000 ms tussen de tikken zitten (SOA van 1000 ms), is de maximale afwijkingsscore voor KW_60 500 ms. Bij Z_60 en T_80 zijn de SOA's 250 ms, waarmee de maximale afwijkingsscore 125 ms is. Ook bij scores die, door een fout in het systeem, een extreem hoge of extreem lage, en daardoor niet realistische, afwijkingsscore hadden (bijv. 120000 ms bij een SOA van 250 ms) zijn vervangen voor maximale afwijkingsscores. Dit laatste was het geval voor vier verschillende triolentikken van drie respondenten in de dataset uit 2020.

Daarnaast waren er kleine verschillen in het systeem (de manier waarop tikken worden opgeslagen) van de VTT bij de respondenten van de vorige onderzoeken in 2020 en die van nu. Bij de VTT van 2020 zijn niet alle tussentikken van de triolen-conditie en de zestienden-conditie opgeslagen: bij de triolen is alleen de eerste tussentik gemeten, bij de zestienden-conditie alleen de tweede tussentik. Bij de VTT van 2022 missen de tussentikken van de achtsten-conditie. De verschillende conditiematen zijn dus op verschillende manieren samengesteld, met als mogelijke consequentie dat bepaalde conditiecombinaties een preciezer beeld kunnen geven van de werkelijkheid omdat deze meer tikken mee heeft kunnen nemen. Een onafhankelijke t-toets toont echter aan dat er geen significante verschillen zijn tussen de gemiddelde z-scores van de gebruikte conditiecombinaties van de kinderen uit de dataset uit 2020 en de kinderen uit de dataset van 2022.

Statistische analyse

Door middel van SPSS zijn de statistische analyses uitgevoerd. Motorische vaardigheden (MV) is gemeten met de Totale Test Component Standaardscore van de MABC-2. Leesvaardigheden (LV) is gemeten met de Indexscore van de EMT-Klepel. De benoemsnelheid (RAN) is opgesplitst in de alfanumerieke en non-alfanumerieke standaardscores van de CB&WL: RAN_a (alfanumeriek) en RAN_{na} (non-alfanumeriek). Deze worden los van elkaar meegenomen in de analyses. Het fonologisch bewustzijn (FB) is gemeten met de indexscore van de FAT-R. Ten slotte is temporele verwerking (TV) gebaseerd op de gemiddelde afwijkingsscores van de VTT, omgezet in z-scores, zoals eerder beschreven. De analyses zijn tweezijdig getoetst, met een alfa van 0.05. Tabel 2 geeft een overzicht weer van alle variabelen, instrumenten en afkortingen.

Tabel 2

Overzicht Afkortingen, Variabelen en Instrumenten

Afkorting	Variabele	Instrument
MV	Motorische vaardigheden	MABC-2
LV	Leesvaardigheden	EMT-Klepel
TV	Temporele verwerking	VTT ^a
TVz	Temporele verwerking zestienden (snelheid)	VTT Z_80_ALT_conti _b
TVt	Temporele verwerking triolen (ritme)	VTT T_60_ALT_conti _b
FB	Fonologisch bewustzijn	FAT-R
RAN	Benoemsnelheid (rapid automatized naming)	CB&WL totaal
RAN _a	Alfanumerieke benoemsnelheid	CB&WL letters en cijfers
RAN _{na}	Nonalfanumerieke benoemsnelheid	CB&WL kleuren en plaatjes

^a De maat voor temporele verwerking is: $(Z_{60_ALT_conti} - K_{60_DH}) - (T_{80_ALT_conti} - K_{60_DH})$ en bestaat daarmee uit TVz en TVt. Waarbij Z= zestienden, K= kwarten, T= triolen, 60/ 80= snelheid in bpm, ALT= alternerend, DH= dominante hand.

^bgecontroleerd voor de baseline K_{60_DH}

Ten eerste is in een databestand, waarin elke afwijkingsscore van elke tik van de VTT weergegeven staat, gekeken naar de missende waarden. Vervolgens is de beschrijvende statistiek weergegeven aan de hand van centrummaten. Daarnaast is door middel van box plots gekeken of er sprake is van univariate uitbijters bij een van de instrumenten. Wanneer een respondent 1,5 IQR (interkwartielbereik) lager scoort dan het eerste kwartiel (25^e percentiel) of 1,5 IQR hoger dan het derde kwartiel (75^e percentiel) is het een uitbijter. Pearson correlatieanalyses zijn uitgevoerd om te kijken in hoeverre variabelen met elkaar samenhangen. Door middel van spreidingsdiagrammen is gekeken in hoeverre de relaties lineair zijn. De normaliteit van de variabelen is gecontroleerd met behulp van histogrammen en QQ-plots.

Vervolgens zijn de data van de vingertiktaak onderzocht waarbij eerst de baseline is beschreven. Daarna is aan de hand van Pearson's correlaties bekeken in hoeverre er samenhang tussen de continuatie- en synchronisatiecondities. Ook is de samenhang tussen de verschillende aspecten (TVz en TVt) van temporele verwerking onderzocht door middel van Pearson's correlaties.

Hierna zijn de assumpties voor een meervoudige regressieanalyse gecontroleerd. De normaliteit van de residuen is gecontroleerd met behulp van een histogram met de verdeling van de residuen. De lineariteit en homogeniteit zijn gecontroleerd door middel van spreidingsdiagrammen rondom de residuen. Multicollineariteit is door middel van een

collineariteitsanalyse weergegeven in VIF-waarden. Cook's distance en DFFit tonen aan of er sprake was van multivariate uitbijters.

Om deelvraag 1 (In hoeverre spelen het fonologisch bewustzijn en de benoemsnelheid een rol in de relatie tussen temporele verwerking en leesvaardigheden bij kinderen in groep 4 en groep 6?) te beantwoorden is een PROCESS-mediatieanalyse uitgevoerd om te bepalen in hoeverre het fonologisch bewustzijn, de alfanumerieke en non-alfanumerieke benoemsnelheid de relatie tussen temporele verwerking en leesvaardigheden mediëren.

Deelvraag 2 (In hoeverre is er een relatie tussen de technische leesvaardigheden en motorische vaardigheden van kinderen in groep 4 en groep 6?) en deelvraag 3 (In hoeverre spelen temporele verwerking, fonologisch bewustzijn en benoemsnelheid een rol in de relatie tussen motorische vaardigheden en leesvaardigheden van kinderen in groep 4 en groep 6?) worden gezamenlijk beantwoord door middel van een hiërarchische meervoudige regressieanalyse. In deze analyse is 'leesvaardigheden' de afhankelijke variabele. In model 1 is de onafhankelijke variabele de score op de motorische vaardigheden. Hiermee kan deelvraag 2 beantwoord worden. Vervolgens zijn in model 2 hieraan de variabelen van de leesgerelateerde aspecten alfanumerieke- en non-alfanumerieke benoemsnelheid en het fonologisch bewustzijn toegevoegd. In model 3 is ten slotte temporele verwerking als onafhankelijke toegevoegd. Hiermee is de grootte van het effect van de verschillende variabelen bepaald en is de rol van temporele verwerking in dit verband bestudeerd. Squared semi-partiele correlaties geven de unieke verklaarde variantie van de toegevoegde variabelen weer.

Om deelvraag 4 (In hoeverre verschillen de relaties tussen temporele verwerking, motorische vaardigheden en leesvaardigheden tussen groep 4 en groep 6?) te beantwoorden zijn eerst de Pearson correlaties per groep weergegeven. Vervolgens zijn de meervoudige regressieanalyses van deelvraag 3 opnieuw uitgevoerd voor groep 4 en groep 6 apart.

Resultaten

Beschrijvende statistiek

Tabel 3 geeft een overzicht weer van de centrummaten van de variabelen. Er was geen sprake van missende waarden bij de lees- en motoriektaken. Bij de VTT waren er, zoals hiervoor benoemd, veel missende waarden. Deze waren echter at random verdeeld en zijn vervangen voor afwijkingsscores. Daarnaast was er bij MV sprake van een univariate uitbijter (Bijlage A, Figuur 1). Deze is echter wel meegenomen in de verdere analyses omdat het wel een reële MABC-2 score was. De gemiddelden en standaarddeviaties van de EMT-Klepel, MABC-2, CB&WL_{alfanumeriek}, CB&WL_{nonalfanumeriek} en FAT-R zijn vergelijkbaar met die in de gestandaardiseerde populatie, zoals omschreven in de Methode. Temporele verwerking heeft in dit onderzoek een gemiddelde z-score van 0,324, met een SD van 1,52. Dit positieve gemiddelde betekent dat er op temporele verwerking gemiddeld hoger gescoord wordt dan gemiddeld op de totale vingertiktaak.

Tabel 3

Beschrijvende Statistiek van de Onderzoeksvariabelen voor de Totale Groep (N = 82) en

Apart voor Groep 4 (n = 25) en Groep 6 (n = 57)

		M	SD	Min.	Max.
LV	Totaal	52.71	9.51	30.00	71.00
	Groep 4	52.92	12.64	30.00	71.00
	Groep 6	52.29	8.01	31.00	67.00
MV	Totaal	9.57	2.67	4.00	16.00
	Groep 4	9.92	2.74	5.00	16.00
	Groep 6	9.41	2.65	4.00	14.00
RAN _a	Totaal	9.54	3.50	1.00	17.00
	Groep 4	9.76	3.74	5.00	16.00
	Groep 6	9.44	3.42	1.00	17.00
RAN _{na}	Totaal	9.67	3.14	2.00	19.00
	Groep 4	10.04	3.22	3.00	15.00
	Groep 6	9.51	3.11	2.00	19.00
FB	Totaal	48.30	9.20	24.00	65.00
	Groep 4	45.36	9.86	26.00	61.00
	Groep 6	49.60	8.66	24.00	65.00
TV	Totaal	.324	1.52	-3.91	4.36
	Groep 4	.096	1.34	-3.91	2.76
	Groep 6	.425	1.60	-3.89	4.36

Noot. LV= leesvaardigheden, MV= motorische vaardigheden, RAN_a= alfanumerieke

benoemsnelheid, RAN_{na} = nonalfanumerieke benoemsnelheid, FB= fonologisch bewustzijn,

TV= temporele verwerking

Omdat temporele verwerking een maat is op basis van een experimentele taak, worden de verschillende onderdelen van temporele verwerking hier uitgebreider besproken. Zo is gekeken in hoeverre de beoogde maat voor temporele verwerking de juiste maat kan zijn. Ten eerste had de baseline meting van de temporele verwerking (kwarten, 60 bpm, dominante hand) een gemiddelde z-score van -0.20 met een SD van $.614$. De verdeling van de baseline is linksscheef (Bijlage A, Figuur 2). Op de baseline meting is dus gemiddeld beter gescoord dan op alle condities van de VTT samen (gemiddeld): de gemiddelde z-score van de afwijkingsscore van de baseline was lager dan 0. De baseline is dan ook eenvoudiger dan gemiddeld en kon daardoor goed gebruikt worden als baseline.

Daarnaast is gekeken in hoeverre de verschillende onderdelen van temporele verwerking met elkaar samenhangen. Hierbij was het ten eerste belangrijk te kijken naar de samenhang tussen beide continuatiecondities, omdat deze gebruikt worden in de maat van temporele verwerking. In Tabel 4 zijn de correlaties tussen de synchronisatie- en continuatiecondities weergegeven. De continuatieconditie van de triolen hing significant sterk positief samen met de continuatieconditie van de zestienden. Er is daarom genoeg reden om aan te nemen dat beide conditiecombinaties hetzelfde construct, namelijk temporele verwerking, meten. Naast de samenhang tussen de continuatiecondities, was het relevant te kijken naar de samenhang tussen de continuatiecondities en synchronisatiecondities om te zien in hoeverre deze in de huidige data iets anders maten. De synchronisatieconditie van de triolen hing significant matig positief samen met beide continuatiecondities. Deze meten dus deels hetzelfde, of een vergelijkbaar, construct. Bij de zestienden was er geen sprake van een significante samenhang tussen de synchronisatie en continuatiecondities; beide condities meten een ander construct. Er zijn daarom voldoende redenen aan te nemen dat de continuatiecondities temporele verwerking meten.

Tabel 4*Pearson correlaties tussen Synchronisatie- en Continuatiecondities*

	T_80_ALT _sync	T_80_ALT _con	Z_60_ALT _sync	Z_60_ALT _con
T_80_ALT_sync	1			
T_80_ALT_con	.385 ($p < .001$)	1		
Z_60_ALT_sync	.138 ($p = .216$)	-.078 ($p = .488$)	1	
Z_60_ALT_con	.359 ($p < .001$)	.576 ($p < .001$)	-.104 ($p = .353$)	1

Noot. T= triolen, Z= zestienden, ALT= alternerend, 80 en 60 = aantal beats per minute

Vervolgens is gekeken in hoeverre beide onderdelen van temporele verwerking TVz ($Z_60_ALT_conti - K_60_DH$) en TVt ($T_80_ALT_conti - K_60_DH$) met elkaar samenhangen. Een Pearson correlatie liet zien dat er een significante sterke positieve samenhang was tussen TVz en TVt ($r = .897, p < .001$). Beide onderdelen van temporele verwerking meten dus hetzelfde construct. De variabelen zijn daarom samengenomen om de totale temporele verwerking meten.

De Pearson correlatiecoëfficiënten tussen de onderzoeksvariabelen zijn weergegeven in Tabel 5. Significante sterke positieve correlaties zijn gevonden tussen de leesgerelateerde taken (RAN, FB) en leesvaardigheden (LV), wat inhoudt dat een betere score op RAN of FB ook een hogere score op LV betekent. Ook is een zwakke, maar significante relatie tussen motorische vaardigheden en temporele verwerking (zestienden) gevonden. Niet significante, zeer zwakke tot zwakke correlaties zijn gevonden tussen de overige variabelen.

Tabel 5

Samenhang tussen Variabelen, Weergegeven met Pearson Correlaties voor de Totale Steekproef (N=82)

	MV	LV	RAN _a	RAN _{na}	FB	TVz	TVt
MV	1						
LV	.171	1					
RAN _a	.172	.628**	1				
RAN _{na}	.127	.509**	.702**	1			
FB	.090	.585**	.326**	.263*	1		
TVz	.228*	.107	.104	.058	.105	1	
TVt	.189	.020	.050	-.031	-.005	.897**	1

Noot. LV= leesvaardigheden, MV= motorische vaardigheden, RAN_a = alfanumerieke

benoemselheid, RAN_{na}= non-alfanumerieke benoemselheid, FB= fonologisch bewustzijn,

TVz= temporele verwerking (zestienden), TVt= temporele verwerking (triolen).

** $p < .01$ (2-zijdig)

* $p < .05$ (2-zijdig)

Assumpties meervoudige regressie

Om de meervoudige regressies van deelvraag 3 en deelvraag 4 uit te kunnen voeren, en te kijken in hoeverre het aannemelijk is dat wat in de steekproef gevonden wordt ook voor de populatie geldt, worden eerst de assumpties voor deze analyse (voor zowel de gehele groep als voor groep 4 en groep 6 apart) gecontroleerd.

Normaliteit van de residuen: Op basis van een histogram van de verdeling van de residuen is er geen reden om aan te nemen dat de residuen in de populatie niet normaal verdeeld zijn (Bijlage A, Figuur 3).

Lineariteit en homoscedasticiteit: In een scatterplot van de *standardized predicted values* en *standardized residuals* met LV als afhankelijke variabele zijn geen systematische afwijkingen te zien. De residuen lijken redelijk random verspreid rond de lijn $y = 0$ (zie Bijlage A, Figuur 4). Er is daarom geen reden om te veronderstellen dat lineariteit niet opgaat in de populatie. Verder lijkt het er ook op dat voor iedere voorspelde waarde de verticale spreiding redelijk gelijk is; de variantie van de foutterm is gelijk voor alle waarden (zie Bijlage A, Figuur 3). Er is daarom geen reden om te veronderstellen dat homoscedasticiteit niet opgaat in de populatie.

Multicollineariteit: Aan de assumptie van (geen) multicollineariteit kan worden voldaan. De VIF-waarden geven een kleinere waarde dan 4 aan. Dit betekent dat er geen probleem is voor het schatten van de regressiecoëfficiënt en dat al deze variabelen individueel worden meegenomen in de analyses.

Uitbijters: Bij zeven respondenten is er sprake van multivariate uitbijters: de Cook's distance is hoger dan $4/N$. Er is geen andere mogelijk verklarende reden waarom deze 7 kinderen uitbijters zijn; overige factoren zijn niet gelijk bij deze 7 respondenten (bijv. ze zijn niet allemaal meisje en ze zijn niet allemaal linkshandig). Ze zijn dan ook meegenomen in de analyses. Ook de DF-fit waarden gaven aan dat er 7 respondenten waren waarvan de invloed op de analyses mogelijk substantieel is ($-1 < DF_{fit} > 1$). Dit zijn echter niet exact dezelfde 7 als de Cook's distance extremen. Bij een respondent is de Cook's distance net laag genoeg, met een net iets te hoge DFfit, bij een andere respondent vice versa. Het gaat daarom uiteindelijk om 6 extreme uitbijters. Al deze 6 respondenten hebben echter realistische scores op alle instrumenten, maar tikten vooral erg vaak mis bij de VTT. Omdat dit realistische afwijkingsscores waren, zijn deze 6 respondenten wel meegenomen in alle analyses. Deze uitbijters kunnen mogelijk zorgen voor een vertekend beeld van de resultaten, omdat ze van grote invloed zijn op de analyses. De analyses zijn daarom ook uitgevoerd zonder deze

uitbijters. Wanneer dit andere resultaten opleverde dan bij de complete data (inclusief uitbijters), is dit vermeld bij de desbetreffende analyse.

Rol van fonologisch bewustzijn en benoemsnelheid in relatie tussen temporele verwerking en leesvaardigheden (deelvraag 1)

Een mediatieanalyse via PROCESS (macro 4) is uitgevoerd met TV als onafhankelijke variabele en LV als afhankelijke variabele (Tabel 6). Vervolgens zijn drie verschillende modellen opgesteld, waarbij in model 1 het fonologisch bewustzijn (FB) de mediator is, in model 2 de alfanumerieke benoemsnelheid (RAN_a) en in model 3 de non-alfanumerieke benoemsnelheid (RAN_{na}). In al deze modellen is sprake van geen significante directe of indirecte effecten van temporele verwerking op leesvaardigheden; bij zowel de directe als indirecte effecten ligt 0 binnen het betrouwbaarheidsinterval. Benoemsnelheid en fonologisch bewustzijn zijn dan ook geen mediators van de relatie tussen temporele verwerking en leesvaardigheden.

Tabel 6

Mediatie van Leesgerelateerde Aspecten in de Relatie tussen Temporele Verwerking en Leesvaardigheden; Drie Aparte Modellen (gebootstrapt).

Model		Effect	SE	BHI	
1. FB	Direct	.2161	.5698	-.9180	1.3502
	Indirect	.1816	.4812	-.8770	.9970
2. RAN _a	Direct	.0910	.5479	-.9996	1.1817
	Indirect	.3067	.4368	-.6216	1.1441
3. RAN _{na}	Direct	.3576	.6031	-.8429	1.5580
	Indirect	.0401	.3801	-.6933	.8345

Noot. FB= fonologisch bewustzijn, RAN_a = alfanumerieke benoemsnelheid, RAN_{na} = non-alfanumerieke benoemsnelheid, Direct= het directe effect van temporele verwerking op leesvaardigheden wanneer het bij het model horende leesgerelateerde aspect wordt meegenomen.

De relatie tussen motorische vaardigheden en leesvaardigheden (deelvraag 2) en de rol van fonologisch bewustzijn, benoemsnelheid en temporele verwerking op die relatie (deelvraag 3)

Een hiërarchische meervoudige regressieanalyse met leesvaardigheden als afhankelijke variabele liet zien dat motorische vaardigheden een niet significante 1,7% van de variantie van de leesvaardigheden ($F(1.80) = 2.416, p = .124$) verklaarde (Tabel 7a, model 1). De rol van de leesgerelateerde aspecten op de technische leesvaardigheden, wanneer ook de motorische vaardigheden meegenomen worden, is te zien in model 2. Het fonologisch bewustzijn en de alfanumerieke benoemsnelheid oefenen significant effect ($F(4.77) = 24.961, p = <.001$) uit op de technische leesvaardigheden (Tabel 7b, model 2). De (adjusted)

verklaarde variantie gaat in model 2 dan ook omhoog naar 54,2% (R change = 53,5%). Het toevoegen van de leesgerelateerde aspecten zorgt dan ook voor een significante verbetering van het model (F change (3.77) = 31.553, $p = <.001$). Ook is aan de part correlaties te zien dat vooral de alfanumerieke benoemsnelheid hier een rol in speelt; deze heeft een unieke verklaarde variantie van 15,7%. Het effect van motorische vaardigheden wordt grotendeels overgenomen door de leesgerelateerde vaardigheden. Het gezamenlijke effect van de leesgerelateerde vaardigheden en motorische vaardigheden $R^2 - \sum sr^2 = .319$. Wanneer in model 3 de rol van temporele verwerking wordt bekeken, blijkt dat deze geen significante (rol speelt (Tabel 7b, model 3). Wel blijft het gehele model een significante (F (6.75) = 16.229, $p = <.001$) voorspeller van leesvaardigheden. De verklaarde variantie daalt naar 53% (Tabel 7a, model 3). Het toevoegen van temporele verwerking zorgde dan ook niet voor een significante verbetering van het model (F change (2.75) = .028, $p = .973$). Het fonologisch bewustzijn en de alfanumerieke benoemsnelheid blijven significante voorspellers in model 3. Temporele verwerking verandert niets in de unieke verklaarde varianties van motorische vaardigheden en van de leesgerelateerde aspecten; beide temporele verwerkingsaspecten hebben een unieke verklaarde variantie van .000 (Tabel 7b).

Belangrijk te vermelden is dat in deze meervoudige regressieanalyse, wanneer de multivariate uitbijters weggelaten worden, motorische vaardigheden een significante voorspeller is van de leesvaardigheden in model 1, 2 en 3 (Bijlage A, Tabel 1a, 1b en 1c) met een sr^2 van 10,7% in model 1, 2,6% in model 2 en 2,7% in model 3. Dit verandert echter niets in de rol van temporele verwerking in die relatie.

Tabel 7a

Verklaarde Variantie van de Hiërarchische Meervoudige Regressie met Leesvaardigheden als Afhankelijke Variabele over de Totale Groep

Model	R	Adjusted		SE	F change	Sig. F Change	R ² - $\sum sr^2$
		R ²	R ²				
1	.171 ^a	.029	.017	9.424	2.416	.124	0
2	.751 ^b	.565	.542	6.433	31.553	<.001	.319
3	.752 ^c	.565	.530	6.516	.028	.973	.330

a. Voorspellers: (Constant), MV

b. Voorspellers: (Constant), MV, FB, RANnona, RANa

c. Voorspellers: (Constant), MV, FB, RANnona, RANa, TVt, TVz

Tabel 7b

Hiërarchische Meervoudige Regressie met Leesvaardigheden als Afhankelijke Variabele over de Totale Groep

Model		B	SE	Beta	<i>t</i>	<i>p</i>	sr ²
1	(Constant)	46.886	3.888		12.060	<.001	
	MV	.608	.391	.171	1.554	.124	.029
2	(Constant)	16.400	4.554		3.601	<.001	
	MV	.176	.271	.050	.648	.519	.002
	RAN _a	1.110	.294	.409	3.772	<.001	.157
	RAN _{nona}	.319	.321	.105	.996	.322	.081
	FB	.434	.082	.420	5.265	<.001	.006
3	(Constant)	16.712	4.835		3.457	<.001	
	MV	.173	.281	.049	.613	.541	.002
	RAN _a	1.116	.300	.411	3.724	<.001	.147
	RAN _{nona}	.307	.329	.101	.934	.353	.081
	FB	.429	.085	.415	5.030	<.001	.005
	TV _z	.506	2.247	.041	.225	.823	.000
	TV _t	-.493	2.127	-.041	-.232	.817	.000

Noot. LV= leesvaardigheden, MV= motorische vaardigheden, RAN_a = alfanumerieke

benoemsnelheid, RAN_{na}= non-alfanumerieke benoemsnelheid, FB= fonologisch bewustzijn,

TV_z= temporele verwerking (zestienden), TV_t= temporele verwerking (triolen).

Verschillen in relaties temporele verwerking, leesvaardigheden en motorische vaardigheden tussen groep 4 en groep 6 (deelvraag 4)

De samenhang tussen de variabelen is te zien in Tabel 8. In groep 4 is er een matige, significante samenhang tussen leesvaardigheden en beide benoemsnelheidsaspecten en een sterke, significante relatie tussen leesvaardigheden en fonologisch bewustzijn. Ook tussen het fonologisch bewustzijn en de benoemsnelheid is er een sterke significante relatie. In groep 6 is dit vergelijkbaar, maar is de relatie tussen het fonologisch bewustzijn en leesvaardigheden matig. Temporele verwerking hangt in groep 4 met alle variabelen niet samen. In groep 6 is er echter een niet significante, zeer zwakke samenhang tussen temporele verwerking en motorische vaardigheden.

Tabel 8

Pearson correlaties tussen Variabelen voor Groep 4 (n=25) en Groep 6 (n=57)

	MV	LV	RAN _a	RAN _{na}	FB	TVz	TVt
MV	1	.202	.233	.208	.275	.132	.070
LV	.145	1	.690**	.665**	.766**	-.010	-.270
RAN _a	.137	.597**	1	.788**	.624**	.025	-.172
RAN _{na}	.079	.415**	.659**	1	.482*	-.021	-.285
FB	.040	.514**	.192	.189	1	.048	-.150
TVz	.282*	.187	.141	.097	.108	1	.841**
TVt	.258*	.197	.148	.078	.020	.914**	1

Noot. Groep 4 = blauw, Groep 6= groen. MV= motorische vaardigheden, LV=

leesvaardigheden, RAN_a= alfanumerieke benoemsnelheid, RAN_{na}= non-alfanumerieke

benoemsnelheid, FB= fonologisch bewustzijn, TVt= temporele verwerking(zestienden), TVz= temporele verwerking.

* $p < 0.06$ (2-zijdig)

** $p < 0.01$ (2-zijdig)

Een met deelvraag 3 vergelijkbare hiërarchische meervoudige regressie is uitgevoerd, waarbij de relaties voor groep 4 en groep 6 apart bekeken zijn (Tabel 9a en 9b). Model 1 bevat de motorische vaardigheden als onafhankelijke variabele. In Model 2 worden hieraan de leesgerelateerde aspecten aan toegevoegd. Model 3 bevat daarbovenop TVz en TVt. In groep 4 is de adjusted R^2 van model 1 -.001, van model 2 is deze .643 en van model 3 .618 (Tabel 9a). In groep 6 is de adjusted R^2 van model 1 .003, van model 2 .503 en van model 3 .503. In beide groepen zijn de motorische vaardigheden geen significante voorspellers van leesvaardigheden (groep 4 $F(1.23) = .974$ $p = .334$, groep 6 $F(1.55) = 1.583$, $p = .282$). Model 2 is echter voor beide groepen een significant beter model (F change groep 4 $(3.20) = 14.828$, $p < .001$), (F change groep 6 $(3.52) = 19.452$ $p < .001$) en er is dus een aanzienlijk grote rol van de leesgerelateerde vaardigheden (model 2 vergeleken met model 1). Hierbij is er een R change van 66,2% in groep 4 en van 51,8% in groep 6. Wanneer hieraan temporele verwerking wordt toegevoegd (model 3), gaat in groep 4 de verklaarde variantie achteruit en in groep 6 blijft deze gelijk (Tabel 9a). De F change van model 2 naar model 3 is voor beide groepen niet significant (groep 4 F change $(2.18) = .346$, $p = .712$, groep 6 F change $(2.50) = 1.013$, $p = .370$). De overige onafhankelijke variabelen blijven in model 3 een vergelijkbare rol spelen als in model 2, zowel in groep 4 als in groep 6 (Tabel 9b). In zowel groep 4 als groep 6 heeft het fonologisch bewustzijn FB een significante rol op de leesvaardigheden. In groep 6 speelt verklaart het FB echter geen unieke variantie van leesvaardigheden ($sr^2 = .000$), maar zal deze slechts bijdragen aan de gezamenlijke verklaarde variantie; 50,3% wordt namelijk verklaard door alle onafhankelijke variabelen van model 3 samen (Tabel 9a). De non-alfanumerieke benoemsnelheid speelt in groep 4 een grote rol in alle drie de modellen,

terwijl dit in groep 6 niet het geval is. In groep 6 is juist de alfanumerieke benoemsnelheid in alle drie de modellen een significante voorspeller van de leesvaardigheden.

Tabel 9a

Verklaarde Variantie van de Hiërarchische Meervoudige Regressie met Leesvaardigheden als Afhankelijke Variabele voor Groep 4 (n=25) en Groep 6 (n=57) Apart.

Groep	Model	R	R ²	Adjusted		SE	Sig. F		R ² - $\sum sr^2$
				R ²	R ²		F Change	Change	
Groep 4	1	.202 ^a	.041	-.001	12.29389	.974	.334	0	
	2	.838 ^b	.702	.643	7.34221	14.828	<.001	.450	
	3	.845 ^c	.713	.618	7.59465	.346	.712	.503	
Groep 6	1	.145 ^a	.021	.003	8.07288	1.183	.282	0	
	2	.734 ^b	.539	.503	5.69919	19.452	<.001	.200	
	3	.746 ^c	.557	.503	5.69776	1.013	.370	.201	

a. Voorspellers: (Constant), MV

b. Voorspellers: (Constant), MV, RANnona, FB, RANa

c. Voorspellers: (Constant), MV, RANnona, FB, RANa, TVz, TVt

Tabel 9b*Hiërarchische Meervoudige Regressie met Leesvaardigheden als Afhankelijke Variabele**voor Groep 4 (n=25) en Groep 6 (n=57) Apart*

Groep	Model	B	SE	Beta	<i>t</i>	<i>p</i>	sr ²	
Groep 4	1	(Constant)	44.574	9.549		4.668	<.001	
		MV	.907	.919	.202	.987	.334	.041
	2	(Constant)	6.827	8.675		.787	.441	
		MV	-.187	.573	-.042	-.326	.748	.002
		RANa	-.122	.786	-.037	-.155	.878	.187
		RANnona	1.568	.764	.411	2.053	.053	.000
		FB	.754	.213	.605	3.542	.002	.063
	3	(Constant)	9.976	9.842		1.014	.324	
		MV	-.141	.599	-.031	-.235	.817	.001
		RANa	.000	.827	.000	.001	1.000	.158
		RANnona	1.279	.864	.335	1.480	.156	.000
		FB	.712	.226	.572	3.153	.006	.035
	TVz	2.933	4.759	.162	.616	.545	.006	
	TVt	-3.815	4.708	-.224	-.810	.428	.010	
Groep 6	1	(Constant)	48.133	3.961		12.152	<.001	
		MV	.443	.407	.145	1.088	.282	.021
	2	(Constant)	19.429	5.276		3.683	<.001	
		MV	.171	.290	.056	.591	.557	.003
		RANa	1.265	.298	.535	4.240	<.001	.177
		RANnona	-.061	.328	-.024	-.188	.852	.159
	FB	.401	.090	.430	4.474	<.001	.000	

3	(Constant)	18.827	5.486		3.432	.001	
	MV	.128	.301	.042	.425	.673	.002
	RAN _a	1.215	.300	.514	4.047	<.001	.186
	RAN _{nona}	-.039	.328	-.015	-.118	.907	.145
	FB	.420	.092	.450	4.580	<.001	.000
	TV _z	-2.287	2.418	-.226	-.946	.349	.008
	TV _t	2.998	2.304	.309	1.301	.199	.015

Noot. LV= leesvaardigheden, MV= motorische vaardigheden, RAN_a = alfanumerieke

benoemsnelheid, RAN_{na}= non-alfanumerieke benoemsnelheid, FB= fonologisch bewustzijn,

TV_z= temporele verwerking (zestienden), TV_t= temporele verwerking (triolen).

Discussie

Bevindingen

Het doel van het huidige onderzoek was om inzicht te krijgen in de relaties tussen leesvaardigheden, motorische vaardigheden en temporele verwerking. Er is geen bewijs gevonden voor een relatie tussen technische leesvaardigheden en motorische vaardigheden in het huidige onderzoek. Wel waren zowel de benoemsnelheid als het fonologisch bewustzijn significante voorspellers van technische leesvaardigheden in zowel groep 4 als groep 6. Ook speelde temporele verwerking geen rol in de relatie tussen leesvaardigheden en motorische vaardigheden.

Het eerste opvallende resultaat is dat er geen relatie gevonden is tussen motorische vaardigheden en leesvaardigheden in het huidige onderzoek. In eerdere onderzoeken bestonden vooral sterke relaties tussen motorische vaardigheden en leesvaardigheden bij kinderen met zwakke lees- en motorische vaardigheden (o.a. Alamargot et al., 2020; de Waal

et al., 2018). Echter bleek in de review van Macdonald et al. uit 2018 dat er ook een significante zwakke positieve relatie te zijn bij kinderen met een leeftijdsadequate ontwikkeling. In het huidige onderzoek was dan ook de verwachting dat er een relatie zou zijn. Een reden dat dit in het huidige onderzoek niet gevonden is kan ten eerste te maken hebben met de steekproefgrootte; een kleine steekproef kan een onbetrouwbaar beeld geven van de relaties in de populatie, vooral voor het aantonen van een zwakke relatie (Noordzij et al., 2011). Een tweede verschil tussen het huidige onderzoek en onderzoeken waarbij uit de review van Macdonald et al. significante relaties waren tussen motorische vaardigheden en leesvaardigheden is de leeftijd van de kinderen. De (zwakke) relatie tussen leesvaardigheden en motorische vaardigheden bij kinderen met een leeftijdsadequate ontwikkeling is namelijk vooral bij jonge kinderen (ongeveer 3-7 jaar) significant gebleken (o.a. Cameron et al., 2012; Suggate et al., 2018), waarbij het ging om vroege leesvaardigheden.

Het niet aanwezig zijn van een relatie tussen temporele verwerking en technische leesvaardigheden in het huidige onderzoek komt niet overeen met eerder onderzoek naar deze relatie (bijv. Fostick & Revah, 2018; Jain et al., 2020; Meilleur et al., 2020; Tallal, 1980). Er zijn verschillende mogelijke verklaringen voor het niet vinden van deze relatie in de huidige steekproef. Een eerste reden voor verschillen tussen het huidige onderzoek en eerdere onderzoeken kan te maken hebben met het verschil tussen auditieve en visuele temporele verwerking. In het huidige onderzoek lag de focus op auditieve temporele verwerking: de vingertiktaak bestond uit reacties op tonen. Echter kan ook visuele temporele verwerking een rol spelen bij het lezen, wat vooral samen blijkt te hangen met de benoemsnelheid (Liu et al., 2019; Malenfant et al., 2012). Uit het onderzoek van Malenfant et al (2012) bleek bovendien dat de relatie tussen leesvaardigheden en auditieve temporele verwerking gemedieerd werd door het fonologisch bewustzijn, terwijl de relatie tussen visuele temporele verwerking en leesvaardigheden een directe samenhang was. Een directe relatie tussen temporele verwerking

en technische leesvaardigheden is dan ook wellicht sterker te verwachten wanneer gericht wordt op de visuele temporele verwerking, zoals bleek uit onderzoek van Plourde et al. (2017). Echter is in het huidige onderzoek geen mediatie van het fonologisch bewustzijn tussen auditieve temporele verwerking en de technische leesvaardigheden gevonden. Een belangrijke verklaring hiervoor kan zitten in de vingertiktaak zelf, welke verderop in de discussie uitgebreid besproken wordt.

Een verklaring voor de niet gevonden relatie tussen temporele verwerking en leesgerelateerde vaardigheden kan zitten in het belang van de amplitude van de klanken (Beattie & Manis, 2013). Naast de snelheid van de klanken, blijkt ook een verschil in amplitude (rise time) van de klanken van belang te zijn in de relatie tussen temporele verwerking en het fonologisch bewustzijn (Beattie & Manis, 2013). De rise time is een ritmisch timing aspect dat bestaat uit klanken die hetzelfde klinken, maar waarbij de snelheid waarmee een klank van lengte (amplitude) verandert verschilt. Deze rise time is belangrijk voor het creëren van correcte fonologische representaties van klanken en woorden (Thomson et al., 2009). Beattie en Manis (2013) vonden een significant verband tussen de gevoeligheid voor rise time en leesproblemen. Het gaat hierbij dus om de gevoeligheid van ritme in spraak, welke een belangrijke voorspeller van leesvaardigheden is (Holliman et al., 2010). Het horen van de ritmes van de klanken spelen een grote rol in het kunnen lezen en samenvoegen van deze klanken, zo bleek uit het onderzoek van Holliman. Omdat in de vingertiktaak van het huidige onderzoek de rise time overal gelijk was, werd hier mogelijk minder gevraagd van de temporele verwerking van het kind dan wanneer de rise time verschillend zou zijn. Deze rise time is in verschillende onderzoeken naar de relaties tussen temporele verwerking, leesvaardigheden en motorische vaardigheden onderzocht door middel van taken als de simultaneity judgement (SJ) of de temporal order judgement (TOJ) (bijv. Meilleur et al., 2020; Plourde et al., 2017; Thomson & Goswami, 2008). Bij de SJ horen respondenten twee

tonen na elkaar en moeten ze (vaak mondeling) beoordelen in hoeverre deze tonen van elkaar verschillen, oftewel klonken de tonen hetzelfde of was de ene hoger dan de andere? Bij de TOJ moeten respondenten bepalen welke van twee verschillende tonen ze als eerste horen (of in het geval van visuele temporele verwerking; welke afbeelding ze als eerste zagen). Hierin zou het dus het geval kunnen zijn dat een andere manier van meten van temporele verwerking invloed heeft op de gevonden resultaten. In het onderzoek van Thomson en Goswami, 2008 hingen de rise time taken echter ook significant samen met de vingertiktaken. Daarom ligt een grote reden van het ontbreken van relaties in het huidige onderzoek mogelijk in de huidige vingertiktaak zelf. Hierin zou het voor de doorontwikkeling van de vingertiktaak van het huidige onderzoek interessant zijn een combinatie te maken van een vingertiktaak en een rise time taak. Een mogelijkheid zou zijn om binnen de kwartenconditie gebruik te maken van verschillende amplitudes binnen elke conditiecombinatie. Zo zou na elke conditiecombinatieronde (bijvoorbeeld na triolen op 60 bpm, met voorkeurshand) gevraagd kunnen worden of de gehoorde tonen gelijk waren of dat er een verschil was tussen de tonen. Hiermee is de vingertiktaak gecombineerd met een SJ-taak, wat gezamenlijk wellicht een betere representatie zou kunnen zijn van temporele verwerking.

Een van de belangrijkste redenen waarom de hypothesen en resultaten niet met elkaar overeenkomen is dus mogelijk gelegen in de vingertiktaak en de operationalisatie van temporele verwerking in het huidige onderzoek. De gebruikte vingertiktaak is een experimentele vingertiktaak, waarvan de basis is ontwikkeld op basis van het onderzoek van Tiffin-Richards et al (2004). In onderzoeken waar wel een vingertiktaak gebruikt werd (en niet taken als SJ en/of TOJ), zijn ook hierin verschillen te benoemen met de vingertiktaak van het huidige onderzoek. In de onderzoeken van Thomson et al. (2006) en Thomson en Goswami (2008), waarin een verband gevonden werd tussen temporele verwerking en leesvaardigheden, gebruikten ze ook een vingertiktaak met zowel een continuatie als een

synchronisatieconditie voor zowel unimanueel als bimanueel. Naast het berekenen van een afwijkingsscore (zoals in het huidige onderzoek), maakten zij ook een vergelijking tussen het verwachte interval tussen twee tikken en het daadwerkelijke interval tussen twee tikken. Bij de afwijkingsscore vonden zij geen verschil tussen de groep met dyslexie en de groep met een leeftijdsadequate leesontwikkeling, terwijl ze dit verschil wel vonden bij de intervalverschillen. Een grotere variabiliteit in intervalverschillen werd gevonden voor kinderen met dyslexie dan voor kinderen met een leeftijdsadequate leesontwikkeling in de synchronisatietaak met SOA's van 400 en 500 ms en voor een continuatietask met een SOA van 400 ms (Thomson & Goswami, 2008). Verschillen met het huidige onderzoek zitten dus zowel in de gebruikte maat als in de lengte van de intervallen (SOA's). Hierom zou het voor de verdere ontwikkeling van de experimentele vingertiktaak goed zijn om SOA's van 400 tot 500 ms aan te houden, maar hierbij wel verschillende ritmische complexiteiten en continuatiecondities te implementeren.

Daarnaast zijn in andere onderzoeken (bijv. dat van Thomson & Goswami, 2008; Waber et al., 2000) de continuatie- en synchronisatiecondities anders verdeeld. In het huidige onderzoek tikte een respondent in het geval van de triolen twee continuatietikken na een synchronistiek (Bijlage A, Figuur 5). In andere onderzoeken is echter gebruik gemaakt van continuatiefases (Bijlage A, Figuur 6): eerst vond de synchronisatiefase plaats, waarin respondenten telkens alle drie tikken ook te horen kregen. Vervolgens volgde een continuatiefase waarin geen enkele toon te horen is, en ze moesten doortikken op het vorige ritme. Mogelijk wordt hiermee temporele verwerking beter gemeten en is daarom in ander onderzoek wel een relatie gevonden met leesvaardigheden en/of motorische vaardigheden.

Naast de vingertiktaak zelf, kunnen ook verschillen aangetoond worden tussen de operationalisatie van temporele verwerking in het huidige onderzoek en in ander onderzoek. De huidige maat van temporele verwerking is gebaseerd op eerder onderzoek, bijvoorbeeld

dat van Birkett (2014), Serrien (2008) en Thomson & Goswami (2008). Ten eerste is het dus belangrijk te benoemen dat de continuatietikken van het huidige onderzoek niet overeenkomen met de continuatiefases van ander onderzoek, zoals zojuist beschreven. De losse continuatietikken samen zijn in het huidige onderzoek de continuatieconditie geworden. Bovendien is in het huidige onderzoek gepoogd één maat voor temporele verwerking te creëren (dan wel bestaande uit twee onderdelen). In ander onderzoek zijn juist ook unimanueel tikken en synchronisatie meegenomen, welke allen zijn weergegeven als losse variabelen (bijv. in het onderzoek van Waber et al., 2000). Voor vervolgonderzoek is het daarom interessant nog verschillende maten van temporele verwerking mee te nemen in het onderzoek om te onderzoeken waar eventuele relaties precies zitten en welke maat dan ook de beste maat is voor temporele verwerking.

Sterke punten en beperkingen

Door het inzicht in het mogelijke onderliggende mechanisme (temporele verwerking) in de relatie van leesvaardigheden en motorische vaardigheden te vergroten is een relevante bijdrage geleverd aan de kennis over de cognitieve basis van leren en bewegen. Ook is met het huidige onderzoek meer informatie gekomen over het ontwikkelingsaspect van de relatie tussen de verschillende variabelen; in het huidige onderzoek was er een zwakke relatie tussen de motorische vaardigheden en temporele verwerking van kinderen in groep 6, maar niet in groep 4. De relatie tussen motorische vaardigheden en temporele verwerking lijkt dus, op basis van het huidige onderzoek, sterker te worden wanneer kinderen ouder zijn. Ook spelen het fonologisch bewustzijn in groep 4 een grotere rol bij de leesvaardigheden, terwijl in groep 6 de benoemselnelheid een grotere rol speelt. Over de ontwikkeling van de relaties tussen leesvaardigheden, motorische vaardigheden en temporele verwerking kan op basis van het huidige onderzoek gesteld worden dat de relaties voor groep 4 ongeveer gelijk zijn aan die in

groep 6. In beide groepen verklaart temporele verwerking weinig van de variantie van technische leesvaardigheden.

Een eerste beperking van het huidige onderzoek ligt in het gebruik van een experimentele, niet gevalideerde vingertiktaak. Er is echter geen vaststaande combinatie van condities waarvan zeker is dat dat temporele verwerking meet. Door uitgebreid aandacht te geven aan inspectie van de data van de vingertiktaak is gepoogd een passende maat voor temporele verwerking te creëren, gebaseerd op verschillend eerder onderzoek (bijv. Birkett, 2014; Serrien, 2008; Thomson & Goswami, 2008). Een psychometrisch onderzoek zou echter gedaan moeten worden om te bepalen hoe valide en betrouwbaar deze maat voor temporele verwerking is. Eerdergenoemde verbeterpunten zoals het toevoegen van een visueel aspect en een SJ-taak, het implementeren van een continuatiefase, aanhouden van SOA's van 400 tot 600 ms met verschillende ritmische complexiteiten kunnen bijdragen aan een meer valide vingertiktaak.

Daarnaast is het aantal proefpersonen voldoende om een meervoudige regressie uit te kunnen voeren. Voor een meervoudige regressie is het uitgangspunt $50 + 8 * m$ respondenten te hebben, waarbij m het aantal onafhankelijke variabelen is. Met 4 onafhankelijke variabelen zijn de 82 respondenten dus voldoende. Wanneer echter in sommige regressieanalyses meer dan 4 onafhankelijke variabelen meegenomen zijn (bijv. verschillende onderdelen van de benoemsnelheid en verschillende onderdelen van de temporele verwerking) was het beter geweest meer respondenten te hebben. De kans op een Type II fout zou kleiner worden met een grotere steekproef en meer power; er wordt nu in het huidige onderzoek geen effect gevonden, terwijl deze er in de populatie mogelijk wel is (= Type II fout). Ook is de verdeling van het aantal respondenten over groep 4 en groep 6 niet geheel evenredig. Er moet dan ook, vooral met de resultaten waarin groep 4 en groep 6 los van elkaar geanalyseerd werden, voorzichtig omgegaan worden met de data. Dit geldt met name wat betreft

generaliseerbaarheid en representativiteit. De respondenten zijn echter redelijk verspreid door Nederland en het is dan ook aannemelijk dat de huidige steekproef representatief is voor heel Nederland. De scholen en respondenten zijn echter niet random gekozen, waardoor er niet met zekerheid gesteld kan worden dat de huidige steekproef daadwerkelijk representatief is voor heel Nederland.

Ten slotte spelen de uitbijters van het huidige onderzoek mogelijk een rol in de uitkomsten. Hoewel er geen significante relaties gevonden zijn tussen leesvaardigheden, motorische vaardigheden en temporele verwerking, is dit namelijk anders wanneer uitbijters weggehaald worden. Zonder uitbijters is motorische vaardigheden namelijk een significante voorspeller van de technische leesvaardigheden in het huidige onderzoek. Ook een zwakke, niet significante, relatie tussen motorische vaardigheden en temporele verwerking is gevonden. Met een grotere steekproef en valide vingertiktaak zou met meer zekerheid gezegd kunnen worden in hoeverre de relaties tussen de variabelen bestaan en hoe groot de effecten zijn van temporele verwerking op de relatie tussen leesvaardigheden en motorische vaardigheden.

Aanbevelingen voor vervolgonderzoek en praktijk

Ten eerste zou het voor vervolgonderzoek interessant zijn om een grote steekproef te nemen, waarin onderscheid gemaakt wordt tussen vier groepen: kinderen met dyslexie, kinderen met DCD, kinderen met zowel dyslexie als DCD en kinderen met een leeftijdsadequate ontwikkeling op deze gebieden. Dezelfde variabelen als in het huidige onderzoek zouden meegenomen kunnen worden om te kijken in hoeverre relaties tussen de variabelen verschillen tussen de zojuist genoemde groepen. Door dit in één onderzoek gezamenlijk mee te nemen kan duidelijk worden voor welke doelgroep de relaties tussen temporele verwerking, motorische vaardigheden en leesvaardigheden nou daadwerkelijk het

grootst zijn en voor welke doelgroep temporele verwerking mogelijk een onderliggend mechanisme is van de relatie tussen leesvaardigheden en motorische vaardigheden. Dit kan helpen in onderzoek naar de oorzaak van lees- en motorische problemen.

Daarnaast is het aan te raden om psychometrisch onderzoek uit te voeren ten aanzien van de VTT. In het huidige onderzoek was dit een experimentele taak, waarover nog niet bekend is in hoeverre deze valide en betrouwbaar is. Een vingertiktaak bestaande uit zowel auditieve als visuele signalen zou temporele verwerking mogelijk het best in beeld kunnen brengen (Malenfant et al., 2012). Zo kunnen mogelijk de rollen van benoemsnelheid en het fonologisch bewustzijn in de relaties tussen temporele verwerking, motorische vaardigheden en leesvaardigheden nog beter in kaart gebracht worden (Liu et al., 2019; Malenfant et al., 2012). Naast het toevoegen van een visuele taak, zou ik aanbevelen de synchronisatietikken uit de continuatiefase weg te laten. Zo meet je echt de continuatie en kan je mogelijk grotere verschillen zien tussen de continuatiefase en de synchronisatiefase.

Zodra de test voldoende valide en betrouwbaar is, zou het ook voor de klinische praktijk zeer helpend kunnen zijn wanneer er duidelijke relaties gevonden worden tussen de temporele verwerking, motorische vaardigheden en technische leesvaardigheden. Het zou dan een eenvoudige test kunnen zijn die voor dyslexie- of DCD screenings gebruikt kan worden, om vervolgens vroeg te kunnen interveniëren. Op basis van de huidige resultaten is dit wellicht wat voorbarig, maar op basis van een bijgestelde taak zou het op basis van de literatuur een goede optie kunnen zijn. Interventies zouden zich dan preventief kunnen richten op het verbeteren van de temporele verwerking, naast interventies gericht op dyslexie en DCD zelf. Een experimentele studie in 2018 heeft bijvoorbeeld laten zien dat een training in temporele verwerking zorgt voor verbetering van de fonologische verwerking (Szymaszek et al., 2018). Op deze manier kan nog vroeger geïntervenieerd worden en kunnen erge lees- en motoriekproblemen wellicht voorkomen worden.

Conclusie

In het huidige onderzoek kan op basis van de resultaten voorzichtig geconcludeerd worden dat er geen relatie is tussen de motorische vaardigheden en leesvaardigheden van kinderen in groep 4 en groep 6 in het regulier Nederlands basisonderwijs. Vervolgonderzoek zou moeten aantonen of dit wel het geval is specifiek voor kinderen in groep 4 en groep 6 met leesproblemen (dyslexie) of problemen met de motoriek (DCD) of voor kinderen in een andere leeftijdscategorie. Echter zou, gezien de beperkingen van het huidige onderzoek, ook een herhalingsonderzoek uitgevoerd kunnen worden met een verder ontwikkelde VTT en maat voor temporele verwerking. Temporele verwerking speelt in het huidige onderzoek geen rol in de relatie tussen technische leesvaardigheden en motorische vaardigheden. Ook deze conclusie moet met voorzichtigheid getrokken worden vanwege onbekende psychometrische kwaliteit van de vingertiktaak. Zo is het belangrijk te kijken naar de manier waarop de continuatie- en synchronisatiefasen zijn opgebouwd en hierop aansluitend de manier waarop temporele verwerking gemeten kan worden. Zolang dit laatste onbekend is, zou temporele verwerking uit verschillende losse onderdelen kunnen bestaan (bijv. unimanueel, bimanueel, synchronisatie en continuatie allen los).

Literatuur

- Alamargot, D., Morin, M.-F., & Simard-Dupuis, E. (2020). Handwriting Delay in Dyslexia: Children at the End of Primary School Still Make Numerous Short Pauses When Producing Letters. *Journal of Learning Disabilities, 53*(3), 163–175. <http://search.ebscohost.com.proxy-ub.rug.nl/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=EJ1250618&site=ehost-live&scope=site>
- American Psychiatric Association. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.). Washington, DC: Author
- de, E. (2004). When Are Poor Reading Skills a Threat to Educational Achievement? *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal, 17*(5), 459–482. <http://search.ebscohost.com.proxy-ub.rug.nl/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=EJ736028&site=ehost-live&scope=site>
- Ball, E. W. (1993). Phonological awareness: What's important and to whom? *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal, 5*(2), 141–159. <https://doi.org/10.1007/BF01027481>
- Banátová, K., & Psotta, R. (2022). The MABC-2 Checklist: A Review of the Psychometric Properties of A Screening Tool for Developmental Coordination Disorder. *Journal of Occupational Therapy, Schools, & Early Intervention, 15*(1), 72–89. <https://doi.org/10.1080/19411243.2021.1934228>
- Beattie, R. L., & Manis, F. R. (2013). Rise time perception in children with reading and combined reading and language difficulties. *Journal of Learning Disabilities, 46*(3), 200–209. <https://doi.org/10.1177/0022219412449421>
- Benasich, A. A., & Tallal, P. (1996). Auditory temporal processing thresholds, habituation, and recognition memory over the 1st year. *Infant Behavior and Development, 19*(3), 339–357. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0163-6383\(96\)90033-8](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0163-6383(96)90033-8)
- Birkett, E. (2014). *Experiments in time: exploring the components of motor timing behaviour in dyslexia*. [PHD thesis, Aston University].

Bolbecker, A. R., Westfall, D. R., Howell, J. M., Lackner, R. J., Carrol, C. A., O'Donnell, B. F.

Hetrcik, W. P. (2014). Increased Timing Variability in Schizophrenia and Bipolar Disorder.

PLoS One, 9(5). doi: 10.1371/journal.pone.0097964

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>

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 Castelnaud, P., Benesteau, J., Karsenty, C.,

& Démonet, J.-F. (2007). 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>

Chang, A., Li, Y.-C., Chan, J.F., Dotov, D.G., Cairney, J. and Trainor, L.J. (2021), Inferior

Auditory Time Perception in Children With Motor Difficulties. *Child Dev*, 92: e907-

e923. <https://doi.org/10.1111/cdev.13537>

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 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.proxy-ub.rug.nl/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=EJ1197780&site=ehost-live&scope=site>
- Dewey, D., Kaplan, B., Crawford, S., & Wilson, B. (2003). Developmental coordination disorder: Associated problems in attention, learning, and psychosocial adjustment. *Human Movement Science*, 21, 905–918. [https://doi.org/10.1016/S0167-9457\(02\)00163-X](https://doi.org/10.1016/S0167-9457(02)00163-X)
- Donker, M., Kroesbergen, E., Slot, E., van Viersen, S., & de Bree, E. (2016). Alphanumeric and non-alphanumeric Rapid Automatized Naming in children with reading and/or spelling difficulties and mathematical difficulties. *Learning and Individual Differences*, 47, 80–87. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lindif.2015.12.011>
- Dorman, M. F., Cutting, J. E., & Raphael, L. J. (1974). Perception of temporal order in vowel sequences with and without formant transitions. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 56(S1), S54. <https://doi.org/10.1121/1.1914238>
- Dreijer, A. (2020b). *De rol van timing en coördinatie in de motorische- en leesvaardigheden van basisschoolkinderen*. [Masterscriptie, Rijksuniversiteit Groningen]. Geraadpleegd op 15 maart 2022.
- Egberink, I.J.L., Leng, W.E. de, & Vermeulen, C.S.M. (2019). COTAN beoordeling 2019, Klepel-R [COTAN review 2019, Klepel-R]. Retrieved from www.cotandocumentatie.nl
- Egberink, I.J.L., Leng, W.E. de, & Vermeulen, C.S.M. (1994). COTAN beoordeling 1994, EMT [COTAN review 1994, EMT]. Retrieved from www.cotandocumentatie.nl
- Egberink, I.J.L., Leng, W.E. de, & Vermeulen, C.S.M. (2010). COTAN beoordeling 2010, CB&WL [COTAN review 2010, CB&WL]. Retrieved from www.cotandocumentatie.nl

- 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].
- Fostick, L., & Revah, H. (2018). Dyslexia as a multi-deficit disorder: Working memory and auditory temporal processing. *Acta Psychologica, 183*, 19–28.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2017.12.010>
- Gompf, F., Pflug, A., Laufs, H., & Kell, C. A. (2017). Non-linear Relationship between BOLD Activation and Amplitude of Beta Oscillations in the Supplementary Motor Area during Rhythmic Finger Tapping and Internal Timing. *Frontiers in Human Neuroscience, 11*.
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00582>
- Gough, P. B., & Tunmer, W. E. (1986). Decoding, Reading, and Reading Disability. *Remedial and Special Education, 7*(1), 6–10. <https://doi.org/10.1177/074193258600700104>
- Hardwick, R. M., Therrien, A. S., & Lesage, E. (2021). Non-invasive stimulation of the motor cerebellum has potential cognitive confounds. *Brain Stimulation, 14*(4), 922–923.
<https://doi.org/10.1016/j.brs.2021.05.011>
- Hillock, A. R., Powers, A. R., & Wallace, M. T. (2011). Binding of sights and sounds: Age-related changes in multisensory temporal processing. *Neuropsychologia, 49*(3), 461–467.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.11.041>
- Holliman, A. J., Wood, C., & Sheehy, K. (2010). Does speech rhythm sensitivity predict children's reading ability 1 year later? *Journal of Educational Psychology, 102*(2), 356–366.
<https://doi.org/10.1037/a0018049>
- Jaakkola, T., Hillman, C., Kalaja, S., & Liukkonen, J. (2015). The associations among fundamental movement skills, self-reported physical activity and academic performance during junior high school in Finland. *Journal of Sports Sciences, 33*(16), 1719–1729.

- Jaikaew, R., & Satiansukpong, N. (n.d.). Movement Assessment Battery for Children-Second Edition (MABC2): Cross-Cultural Validity, Content Validity, and Interrater Reliability in Thai Children. In *Occupational Therapy International* (Vol. 2019).
<https://doi.org/10.1155/2019/4086594>
- Jain, C., Priya, M. B., & Joshi, K. (2020). Relationship between temporal processing and phonological awareness in children with speech sound disorders. *Clinical Linguistics & Phonetics*, *34*(6), 566–575. <https://doi.org/10.1080/02699206.2019.1671902>
- Jain, S., Vasudevamurthy, B. P., & Raghavendra, A. P. (2015). Maturation of temporal processing in children: measurements using speech and non-speech stimuli. *journal of hearing science*, *5*(2), 23–35. <https://www.journalofhearingscience.com/maturation-of-temporal-processing-in-children-nmeasurements-using-speech-and-non,120556,0,2.html>
- Kail, R., & Hall, L. K. (1994). Processing speed, naming speed, and reading. *Developmental Psychology*, *30*(6), 949–954. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.30.6.949>
- Kail, R., Hall, L. K., & Caskey, B. J. (1999). Processing speed, exposure to print, and naming speed. *Applied Psycholinguistics*, *20*(2), 303–314. <https://doi.org/DOI:10.1017/S0142716499002076>
- Kaplan, B. J., N. Wilson, B., Dewey, D., & Crawford, S. G. (1998). DCD may not be a discrete disorder. *Human Movement Science*, *17*(4), 471–490. [https://doi.org/10.1016/S0167-9457\(98\)00010-4](https://doi.org/10.1016/S0167-9457(98)00010-4)
- Kim, S., Ogawa, K., Lv, J., Schweighofer, N., & Imamizu, H. (2015). Neural Substrates Related to Motor Memory with Multiple Timescales in Sensorimotor Adaptation. *PLoS Biology*, *13*(12), e1002312–e1002312. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002312>
- Lemon, R. N., & Edgley, S. A. (2010). Life without a cerebellum. *Brain: A Journal of Neurology*, *133*(3), 652–654. <https://doi.org/10.1093/brain/awq030>

- Leonard, G., Milner, B., & Jones, L. (1988). Performance on unimanual and bimanual tapping tasks by patients with lesions of the frontal or temporal lobe. *Neuropsychologia*, *26*(1), 79–91. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0028-3932\(88\)90032-2](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0028-3932(88)90032-2)
- Lewis, P. A., & Miall, R. C. (2003). Distinct systems for automatic and cognitively controlled time measurement: evidence from neuroimaging. *Current opinion in neurobiology*, *13*(2), 250–255. [https://doi.org/10.1016/s0959-4388\(03\)00036-9](https://doi.org/10.1016/s0959-4388(03)00036-9)
- Lewkowicz, D. J. (1996). Perception of Auditory-Visual Temporal Synchrony in Human Infants. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *22*(5), 1094–1106. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.22.5.1094>
- Liu, S., Wang, L.-C., & Liu, D. (2019). Auditory, visual, and cross-modal temporal processing skills among Chinese children with developmental dyslexia. *Journal of Learning Disabilities*, *52*(6), 431–441. <https://doi.org/10.1177/0022219419863766>
- Lovett, M. W., Frijters, J. C., Wolf, M., Steinbach, K. A., Sevcik, R. A., & Morris, R. D. (2017). Early intervention for children at risk for reading disabilities: The impact of grade at intervention and individual differences on intervention outcomes. *Journal of Educational Psychology*, *109*(7), 889–914. <https://doi.org/10.1037/edu0000181>
- 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. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 15, Issue 8). <https://doi.org/10.3390/ijerph15081603>
- Mathôt, S., Schreij, D., & Theeuwes, J. (2012). OpenSesame: An open-source, graphical experiment builder for the social sciences. *Behavior Research Methods*, *44*(2), 314–324. [doi:10.3758/s13428-011-0168-7](https://doi.org/10.3758/s13428-011-0168-7)
- Malenfant, N., Grondin, S., Boivin, M., Forget-Dubois, N., Robaey, P., & Dionne, G. (2012). Contribution of temporal processing skills to reading comprehension in 8-year-olds: Evidence

for a mediation effect of phonological awareness. *Child Development*, 83(4), 1332–1346.

<https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2012.01777.x>

Martin, J. S., Poirier, M., & Bowler, D. M. (2010). Brief report: Impaired temporal reproduction performance in adults with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 40(5), 640–646. <https://doi.org/10.1007/s10803-009-0904-3>

Mauk, M. D., & Buonomano, D. v. (2004). The neural basis of temporal processing. *Annual Review of Neuroscience*, 27(1), 307–340.

<https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.27.070203.144247>

McArthur, G. M., & Bishop, D. V. M. (2001). Auditory Perceptual Processing in People with Reading and Oral Language Impairments: Current Issues and Recommendations. *Dyslexia*, 7(3), 150–170. <https://doi.org/10.1002/dys.200>

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 meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 116, 44–63.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.06.013>

Merchant, H., Harrington, D. L., & Meck, W. H. (2013). Neural basis of the perception and estimation of time. *Annual review of neuroscience*, 36, 313–336.

<https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-062012-170349>

Mol, S. E. (2010, December 7). To read or not to read. Retrieved from

<https://hdl.handle.net/1887/16211>

Nicolson, R. I., & Fawcett, A. J. (1994). Comparison of deficits in cognitive and motor skills among children with dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 44(1), 147–164.

<https://doi.org/10.1007/BF02648159>

Nicolson, R. I., & Fawcett, A. J. (1999). Developmental Dyslexia: The Role of the Cerebellum. *Dyslexia -chichester*, 5(3), 155–177.

- Nicolson, R. I., & Fawcett, A. J. (2011). Dyslexia, dysgraphia, procedural learning and the cerebellum. *Cortex*, *47*(1), 117–127.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cortex.2009.08.016>
- Onderwijsraad & Raad voor Cultuur. (2019, juni). *Lees! Een oproep tot een leesoffensief*.
<https://www.onderwijsraad.nl/binaries/onderwijsraad/documenten/adviezen/2019/06/24/leesaadvies/ONLINE-Lees-Een-oproep-tot-een-leesoffensief.pdf>
- Parrell, B., Ramanarayanan, V., Nagarajan, S., & Houde, J. (2019). The FACTS model of speech motor control: Fusing state estimation and task-based control. *PLoS Computational Biology*, *15*(9), e1007321. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1007321>
- Plourde, M., Gamache, P.-L., Laflamme, V., & Grondin, S. (2017). Using Time-Processing Skills to Predict Reading Abilities in Elementary School Children. *Timing & Time Perception*, *5*(1), 35–60. <https://doi.org/https://doi.org/10.1163/22134468-00002079>
- 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>
- Schugens, M. M., Breitenstein, C., Ackermann, H., & Daum, I. (1998). Role of the striatum and the cerebellum in motor skill acquisition. *Behavioural Neurology*, *11*(3), 149–157.
<https://doi.org/10.1155/1999/870175>
- Serbetar, I., JM, L., & Mamen, A. (2019). Reliability and Structural Validity of the Movement Assessment Battery for Children-2 in Croatian Preschool Children. *Sports (Basel, Switzerland)*, *7*(12). <https://doi.org/10.3390/sports7120248>
- 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>

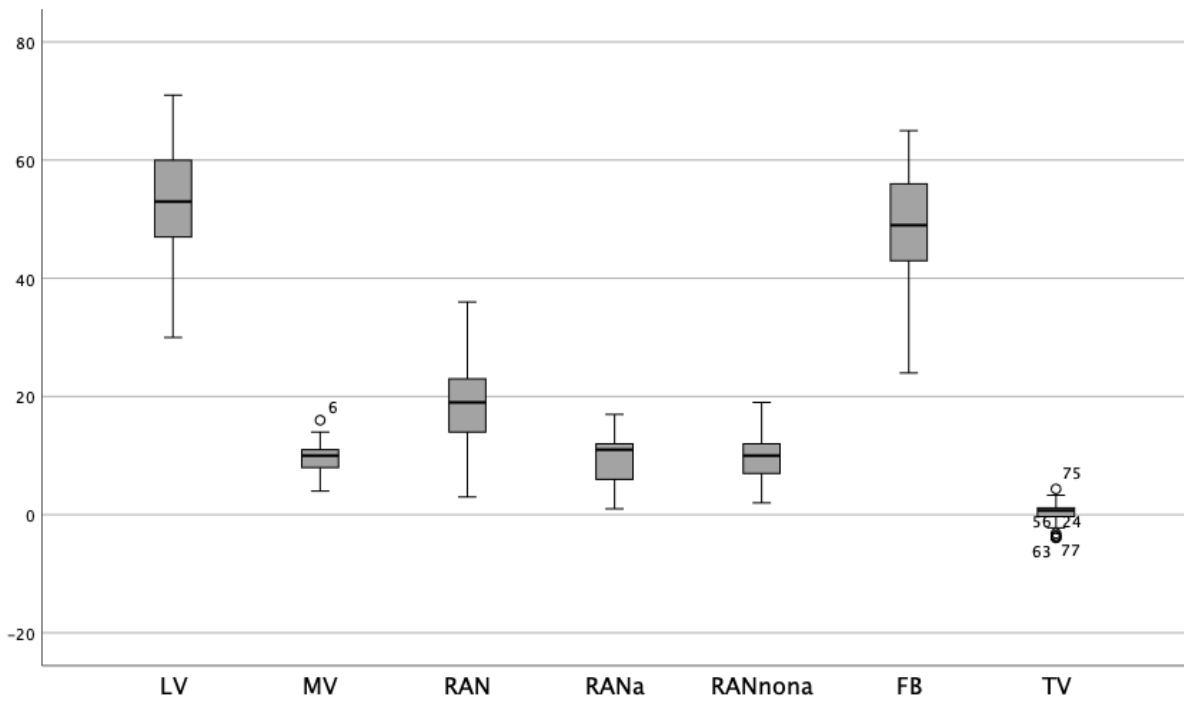
- Smits-Engelman, B. C. M., & Niemeijer, A. S. (2012). Movement Assessment Battery for Children, tweede editie (Movement ABC-2). *Nederlands tijdschrift voor Kinderfysiotherapie*, 22(64), 9–13. https://issuu.com/nvfk/docs/2010-jrg.-22_nr.-64
- Stijkel, M. (2020a). *Temporele Verwerking als Mogelijke Gemeenschappelijke Deler van Motorische Vaardigheden en Technisch Lezen in Groep 3 en 6 van het Reguliere Nederlandse Basisonderwijs*. [Masterscriptie, Rijksuniversiteit Groningen]. Geraadpleegd op 15 maart 2022.
- Suggate, S., Pufke, E., & Stoeger, H. (2018). Do fine motor skills contribute to early reading development? *Journal of Research in Reading*, 41(1), 1–19.
- Szymaszek, A., Dacewicz, A., Urban, P., & Szlag, E. (2018). Training in Temporal Information Processing Ameliorates Phonetic Identification. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00213>
- Tallal, P. (1980). Auditory temporal perception, phonics, and reading disabilities in children. *Brain and Language*, 9(2), 182–198. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0093-934X\(80\)90139-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0093-934X(80)90139-X)
- Tambyraja, S. R., Farquharson, K., & Justice, L. (2020). Reading Risk in Children with Speech Sound Disorder: Prevalence, Persistence, and Predictors. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 63(11), 3714–3726. <http://search.ebscohost.com.proxy-ub.rug.nl/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=EJ1281182&site=ehost-live&scope=site>
- Thomson, J. M., Fryer, B., Maltby, J., & Goswami, U. (2006). Auditory and motor rhythm awareness in adults with dyslexia. *Journal of Research in Reading*, 29(3), 334–348. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1467-9817.2006.00312.x>
- 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.
- Tomassini, A., Vercillo, T., Torricelli, F., & Morrone, M. C. (2018). Rhythmic motor behaviour influences perception of visual time. <https://rug.on.worldcat.org/oclc/9391202175>.
Proceedings: Biological Sciences, 285(1888), 1–9.
- Troost, L. (2022). *De rol van coordinatie in de relatie tussen leesvaardigheid en balansvaardigheid*. [Masterscriptie, Rijksuniversiteit Groningen].
- van der Fels, I. M. J., te Wierike, S. C. M., Hartman, E., Elferink-Gemser, M. T., Smith, J., & Visscher, C. (2015). The relationship between motor skills and cognitive skills in 16 year old typically developing children: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport, 18*(6), 697–703. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.09.007>
- Van Ingelghem, M., Boets, B., Van Wieringen, A., Onghena, P., Ghesquière, P., Vandenbussche, E., & Wouters, J. (2005). An auditory temporal processing deficit in children with dyslexia?
- Waber, D. P., Weiler, M. D., Bellinger, D. C., Marcus, D. J., Forbes, P. W., Wypij, D., & Wolff, P. H. (2000). *Diminished motor timing control in children referred for diagnosis of learning problems*. *Developmental Neuropsychology, 17*(2), 181–197. https://doi.org/10.1207/s15326942dn1702_03
- Wang, L.-C., & Yang, H.-M. (2016). Temporal Processing Development in Chinese Primary School-Aged Children With Dyslexia. *Journal of Learning Disabilities, 51*(3), 302–312. <https://doi.org/10.1177/0022219416680798>
- 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., Chang, T.-Y., Horn, C. L., Jung-Potter, J., McMenamin, S., Wilms-Floet, A., & Clark, J. E. (2008). Auditory-motor coupling of bilateral finger tapping in children with and without DCD compared to adults. *Human Movement Science, 27*(6), 914–931.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.humov.2007.11.007>
- Witt, S. T., Laird, A. R., & Meyerand, M. E. (2008). Functional neuroimaging correlates of finger-tapping task variations: an ALE meta-analysis. *NeuroImage, 42*(1), 343–356.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.04.025>
- Wolff, P. H. (2002). Timing precision and rhythm in developmental dyslexia. *Reading and Writing, 15*(1), 179–206. <https://doi.org/10.1023/A:1013880723925>
- Young, W., Rodger, M., & CM, C. (2013). Perceiving and reenacting spatiotemporal characteristics of walking sounds. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance, 39*(2), 464–476. <https://doi.org/10.1037/a0029402>

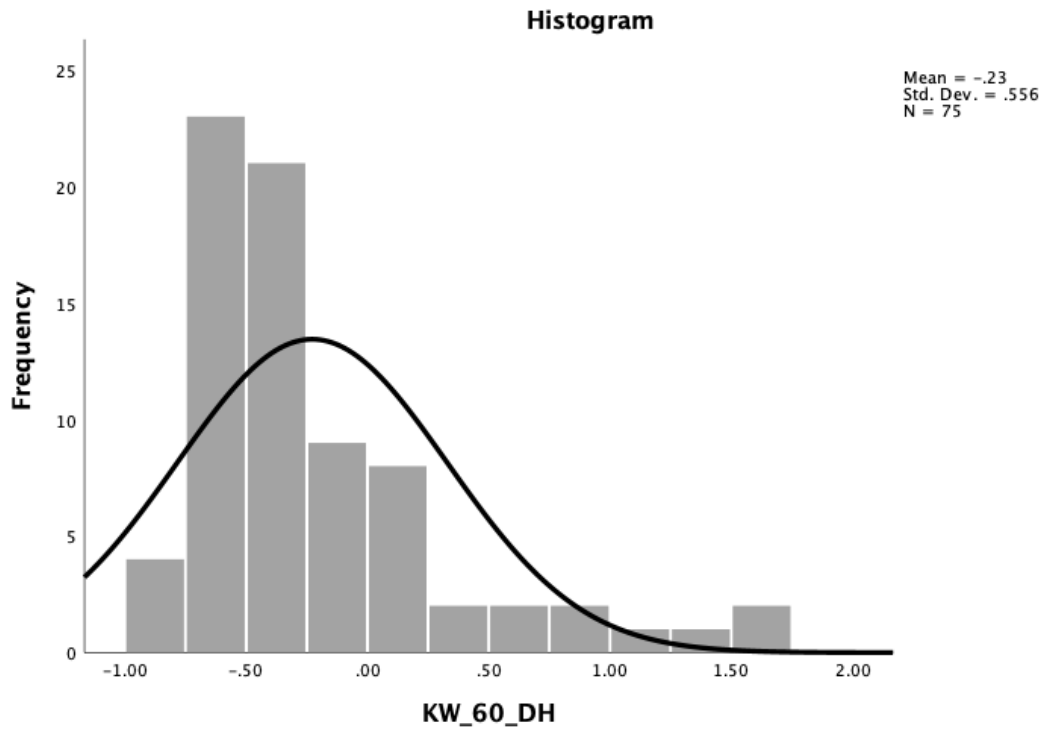
BIJLAGE A
Overige Figuren

Figuur 1
Univariate Uitbijters van alle Variabelen

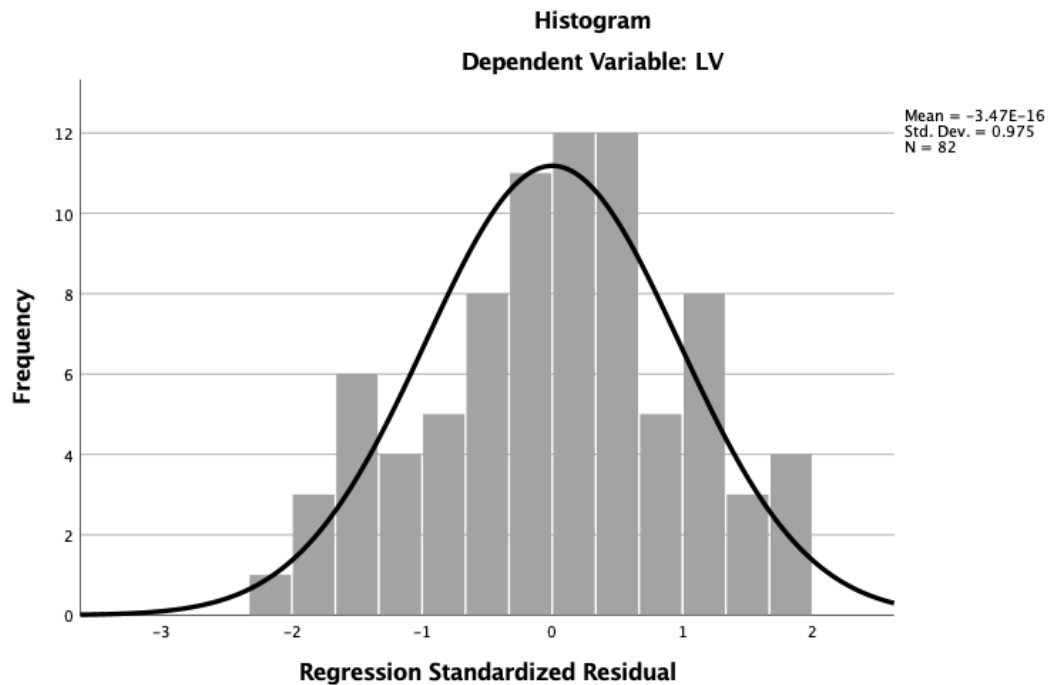


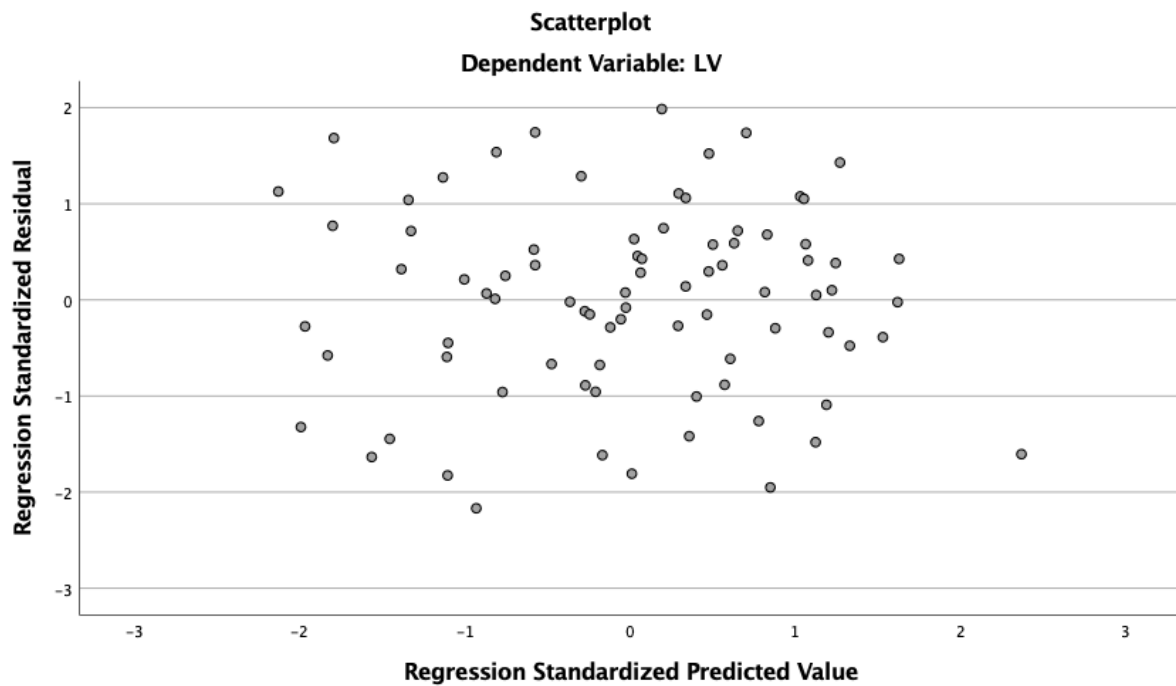
Figuur 2

Linksscheve verdeling van de baseline Kwartten, 60 bpm, unimanueel

**Figuur 3**

Assumpties Regressieanalyse: Histogram voor Normaliteit Residuen



Figuur 4*Assumpties Regressieanalyse: Scatterplot, Verdeling van de Residuen***Tabel 1a***Samenvatting van Meervoudige Regressie zonder Uitbijters***Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.327a	.107	.094	8.69760	.107	8.717	1	73	.004
2	.798b	.636	.616	5.66615	.530	34.002	3	70	<.001
3	.799c	.638	.606	5.73822	.001	.126	2	68	.881

a. Predictors: (Constant), MV

b. Predictors: (Constant), MV, FB, RANnona, RANa

c. Predictors: (Constant), MV, FB, RANnona, RANa, TVz, TVt

Tabel 1b*Coëfficiënten van de Meervoudige Regressie zonder Uitbijters*

Model		B	Std. Error	Beta	t	Sig.	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	42.373	3.863		10.969	<.001			
	MV	1.167	.395	.327	2.953	.004	.327	1.000	1.000
2	(Constant)	11.546	4.432		2.605	.011			
	MV	.596	.266	.167	2.241	.028	.162	.936	1.069
	FB	.467	.079	.449	5.905	<.001	.426	.900	1.111
	RANa	.958	.278	.361	3.447	<.001	.248	.472	2.118
	RANnona	.445	.315	.143	1.412	.163	.102	.505	1.979
3	(Constant)	11.296	4.625		2.442	.017			
	MV	.616	.273	.173	2.258	.027	.165	.912	1.096
	FB	.467	.082	.448	5.707	<.001	.416	.865	1.156
	RANa	.969	.284	.366	3.415	.001	.249	.464	2.155
	RANnona	.451	.324	.145	1.390	.169	.101	.489	2.045
	TVz	-.858	2.146	-.062	-.400	.691	-.029	.223	4.475
	TVt	.388	1.924	.031	.201	.841	.015	.222	4.506

Tabel 1c*ANOVA van Meervoudige Regressie zonder Uitbijters*

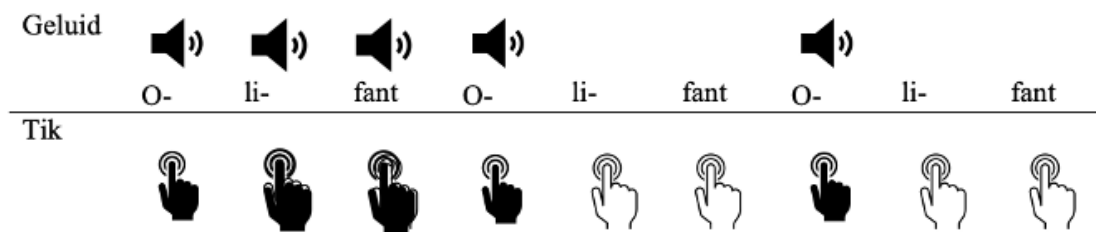
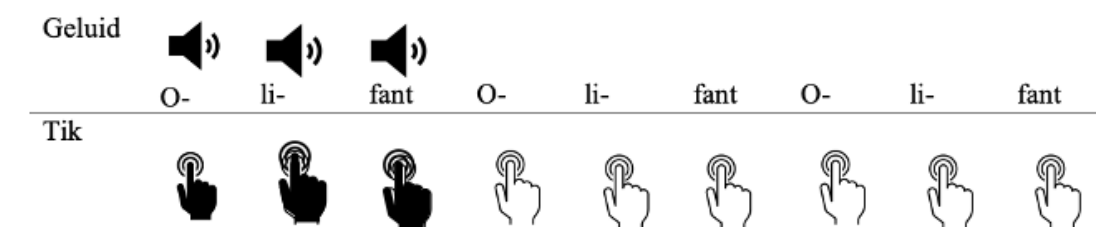
ANOVA						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	659.462	1	659.462	8.717	.004 _b
	Residual	5522.324	73	75.648		
	Total	6181.787	74			
2	Regression	3934.416	4	983.604	30.637	<.001 _c
	Residual	2247.371	70	32.105		
	Total	6181.787	74			
3	Regression	3942.738	6	657.123	19.957	<.001 _d
	Residual	2239.049	68	32.927		
	Total	6181.787	74			

a. Dependent Variable: LV

b. Predictors: (Constant), MV

c. Predictors: (Constant), MV, FB, RANnona, RANa

d. Predictors: (Constant), MV, FB, RANnona, RANa, TVz, TVt

Figuur 5*De Synchronisatie en Continuatie van het Huidige Onderzoek***Figuur 6***De Synchronisatie en Continuatie in Andere Onderzoeken*

BIJLAGE B**Informatiebrief en toestemmingsformulier directie**

Rijksuniversiteit Groningen

Faculteit Gedrags- en Maatschappijwetenschappen

Afdeling Pedagogische en Onderwijswetenschappen, Basiseenheid Orthopedagogiek: Leren en Ontwikkelen



14 februari 2022

Betreft: Deelname onderzoek naar motoriek en leesvaardigheid bij kinderen in groep 4 en 6

Geachte directie,

Middels deze brief willen wij u informeren over een wetenschappelijk onderzoek dat wij uit willen voeren bij groep 4 en groep 6 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 en groep 6. 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 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 en 6. Dat kunt u doen door het ondertekende toestemmingsformulier dat achter deze brief zit toe te sturen via e-mail naar Robin de Boer (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 en 6 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 Robin de Boer (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

behoefte 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 Robin de Boer 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,

Robin de Boer, Masterstudent Orthopedagogiek, RuG

Suzanne Houwen, Onderzoeker Orthopedagogiek, RuG

Barry de Groot, Onderzoeker Orthopedagogiek, RuG

Contactgegevens

Robin de Boer, Masterstudent Orthopedagogiek, RuG (r.m.de.boer.7@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:

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 C

Informatiebrief en toestemmingsformulier ouders

Betreft: Deelname onderzoek naar motoriek en leesvaardigheid bij kinderen in groep 4 en 6

17 februari 2022

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 en 6, van de afdeling Pedagogische en Onderwijswetenschappen van de Rijksuniversiteit Groningen die plaatsvindt op de *School*. 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 onderzoeker. De contactgegevens van de onderzoeker 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 motorische vaardigheden 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 worden audio-opnames gemaakt. Dit is van belang om achteraf de leestaak te kunnen scoren. Met de audio-opnames 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, zullen audio-opnames direct vernietigd worden.

Het onderzoek zal op school en onder schooltijd worden afgenomen, 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 en 6 van het regulier basisonderwijs. Meer kennis op dit gebied is van belang omdat het kan bijdragen aan de ontwikkeling van middelen om vroegsignalering of remediëring mogelijk te maken voor zowel leesvaardigheid en/of motorische vaardigheden. Een nadeel kan zijn dat uw kind twee keer 30-45 minuten lestijd mist in verband met de testafnames.

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

U beslist zelf of uw kind meedoet aan het onderzoek. Deelname is vrijwillig. Als uw kind wel meedoet, kunnen u of uw kind zich altijd bedenken en toch stoppen, ook tijdens het onderzoek. U of uw kind hoeven niet te zeggen waarom uw kind stopt. Wel moet u dit direct melden aan de onderzoeker, zodat u niet onnodig benaderd wordt. Dit kan gedaan worden door een e-mail te versturen naar Robin de Boer, wiens contactgegevens onderaan de brief te vinden zijn. Ook kan uw kind tijdens de meting aangeven te willen stoppen. De onderzoeker zal in dit geval vragen of uw kind vandaag niet mee wil doen maar een andere dag wel, of dat uw kind helemaal wil stoppen. Als het kind een andere keer wel mee wil doen zal een nieuwe datum gepland worden. Indien uw kind wil stoppen zal de meting afgebroken worden en zal u op de hoogte worden gebracht waarna u niet meer onnodig benaderd wordt. De gegevens die tot dat moment zijn verzameld, worden gebruikt voor het onderzoek, tenzij u expliciet aangeeft dit niet te willen.

5. Verzamelen, gebruiken en bewaren van uw gegevens

Alle gegevens die tijdens dit onderzoek verzameld worden, worden vertrouwelijk behandeld. U en uw kind krijgen een identificatiecode toegewezen, die wordt gebruikt bij het opslaan van de gegevens. Alleen de onderzoekers hebben toegang tot het bestand waarin staat opgeslagen welke identificatiecode u en uw kind hebben gekregen. De resultaten van dit onderzoek kunnen verwerkt worden in één of meerdere artikelen voor een wetenschappelijk tijdschrift. De gegevens zijn dan geanonimiseerd. Dat betekent dat niemand erachter kan komen welke gegevens bij uw kind horen.

Tijdens dit onderzoek kan er bij toeval iets gevonden worden dat niet van belang is voor het onderzoek maar wel voor u en uw kind. Deze toevalsbevindingen omvatten onverwachte uitslagen op de testen die kunnen duiden op motorische- en/of leesproblemen. Wanneer dit blijkt uit de resultaten van de testen, wordt dit met u gedeeld.

De onderzoeker moet 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>

6. Heeft u vragen?

Bij vragen kunt u contact opnemen met Robin de Boer 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,

Naam, directeur school

Robin de Boer, Masterstudent Orthopedagogiek, RuG

Suzanne Houwen, Onderzoeker Orthopedagogiek, RuG

Barry de Groot, Onderzoeker Orthopedagogiek, RuG

Contactgegevens

Robin de Boer, Masterstudent Orthopedagogiek RuG (r.m.de.boer.7@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 en groep 6Ik, 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 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.

Robin de Boer

17 februari 2022, Groningen