Werkgeheugen, Spontane Focus op Aantallen (SFON) en Voorbereidende Rekenvaardigheden bij Nederlandse Kleuters

Marlou F. L. Visser

Universiteit Utrecht

Masterthesis

Universiteit Utrecht

Masteropleiding Pedagogische Wetenschappen

Masterprogramma Orthopedagogiek

Naam: Marlou F. L. Visser, 3801624

Begeleider: Dr. Sanne H. G. van der Ven

Tweede beoordelaar: Dr. Sylke W. M. Toll

Datum: 5 juni 2015

Voorwoord

Deze thesis is gemaakt als afsluitend product voor de masteropleiding Orthopedagogiek aan de Universiteit Utrecht. Hoewel het onderwerp totaal anders was dan de onderwerpen waar ik mij in eerste instantie voor had opgegeven, ben in toch enthousiast geworden doordat dit onderzoek het eerste onderzoek in Nederland zou zijn op dit gebied. Het werken met een onbekend begrip in Nederland is aan de ene kant heel interessant, maar heeft ook wat stress opgeleverd bij het vinden van geschikte literatuur. De dataverzameling op de school was plezierig om te doen. Het enthousiasme van de participanten was groot, waardoor de inspanning minder groot lijkt. Het analyseren van de data vond ik verassend leuk om te doen. Het was steeds afwachten wat er uit de analyses zou voortkomen en dat wat leuker dan ik van te voren had gedacht. Nu de thesis af is ben ik blij met het eindresultaat, hoewel het best een reis was om tot die eindstreep te komen.

Voor het mogelijk maken van het uitvoeren van dit onderzoek en het schrijven van de masterthesis wil ik graag de Margrietschool bedanken voor de deelname, de ouders voor het aanmelden van hun kinderen en de participanten zelf voor hun grote enthousiasme. Ook wil ik mijn collega's in dit onderzoek bedanken voor hun inzet en doorzettingsvermogen bij het uitvoeren van het onderzoek, het verwerken van de data en de hulp bij het schrijven van de thesis. Uiteraard wil ik mijn thesisbegeleidster dr. Sanne van der Ven bedanken voor haar flexibiliteit, begrip en feedback bij het schrijven van de thesis dit collegejaar.

Marlou Visser

Utrecht, juni 2015

Samenvatting

Vroeg aandacht besteden aan rekenen is van belang om problemen op rekengebied op latere leeftijd te voorkomen of te verhelpen. Door te onderzoeken wat de voorspellende waarden van werkgeheugen en Spontane Focus op Aantallen (SFON) op voorbereidende rekenvaardigheden zijn, kunnen interventies mogelijk worden ingezet op werkgeheugen. Zo kunnen voorbereidende rekenvaardigheden en het aanvankelijk rekenen op latere leeftijd indirect via werkgeheugen en SFON worden gestimuleerd om problemen te voorkomen. **Methode** Aan dit onderzoek hebben 66 leerlingen van een basisschool uit de provincie Utrecht meegedaan. De participanten maakten een vijftal taakjes om het verbale en non-verbale werkgeheugen, verbale en non-verbale SFON en voorbereidende rekenvaardigheden te onderzoeken. De onderzoeksvraag werd getoetst middels een mediatieanalyse. **Resultaten** De voorspellende waarde van zowel verbaal als non-verbaal werkgeheugen op voorbereidende rekenvaardigheden is significant wanneer gecorrigeerd wordt op leeftijd. Het indirecte effect van non-verbaal werkgeheugen op voorbereidende rekenvaardigheden via de mediator SFON non-verbaal is niet significant gebleken, maar kan wel als marginaal significant worden beschouwd. Deze marginale significantie bleek ook bij het indirecte effect van verbaal werkgeheugen op voorbereidende rekenvaardigheden via de mediator SFON non-verbaal zo te zijn. De variabele SFON verbaal had geen significant mediërend effect. **Conclusie en discussie** Bij zowel non-verbaal als verbaal werkgeheugen is het indirect effect op voorbereidende rekenvaardigheden via de mediator SFON non-verbaal marginaal significant. Voor vervolgonderzoek wordt een longitudinaal design aanbevolen, om verschillen in voorspellende waarden van werkgeheugen en SFON op zowel voorbereidende rekenvaardigheden als rekenen op latere leeftijd te onderzoeken.

Zoektermen: werkgeheugen, SFON, voorbereidende rekenvaardigheden, kleuters

Abstract

It is important to pay attention on early mathematics to prevent problems in mathematics at an older age. Examining the predictive values of working memory and SFON on early mathematical skills, sheds a light on the possibility of early interventions on working memory. This way early mathematical skills and mathematics at an older age can be stimulated to prevent problems. **Method** In this study 66 children from kindergarten participated at a school in the province of Utrecht. The participants did five tasks to examine their levels of verbal and nonverbal working memory, verbal and nonverbal SFON and early mathematical skills. A mediation analysis is been used to examine the predictive values of working memory and SFON on early mathematical skills. **Results** The predictive value of verbal and nonverbal working memory on early mathematical skills is significant, controlled by age. The indirect effects of verbal and nonverbal working memory on early mathematic skills mediated by SFON nonverbal can be seen as marginal significant. SFON verbal had no significant mediating effect. **Conclusion and discussion** The indirect effects of verbal and nonverbal working memory on early mathematic skills mediated by SFON nonverbal were marginal significant. It is suggested for future research to examine these predictive values on a longitudinal base. This way you can examine the differences in predictive values of working memory and SFON on early mathematical skills and mathematics at an older age.

Keywords: Working memory, SFON, early mathematic skills, kindergarten children

Werkgeheugen, Spontane Focus op Aantallen (SFON) en Voorbereidende Rekenvaardigheden bij Nederlandse Kleuters

Kinderen beginnen met onderscheiden van aantallen als ze slechts een paar weken oud zijn (Izard, Sann, Spelke, & Streri, 2009). Totdat kinderen naar groep 3 van de basisschool gaan doen ze experimenterend en manipulerend hoeveelheidservaringen op en verwerven inzicht in de talige en logische aspecten hiervan, dit worden voorbereidende rekenvaardigheden genoemd (Ruijssenaars, van Luit, & van Lieshout, 2004). In verschillende onderzoeken bleek voorbereidende rekenvaardigheid een goede voorspeller te zijn voor rekenvaardigheid in de lagere klassen van het basisonderwijs (Aunio & Niemivirta, 2010; Jordan, Kaplan, Locuniak, & Ramineni, 2007). Daarnaast is gebleken dat verschillen in rekenvaardigheid tussen kinderen steeds groter worden over de tijd heen. Kinderen die met een hoger niveau van voorbereidende rekenvaardigheden school binnenkwamen maakten een snellere ontwikkeling op rekengebied door dan de kinderen die met een lager niveau van voorbereidende rekenvaardigheid op school kwamen (Aunola, Leskinen, Lerkkanen, & Nurmi, 2004). Om problemen op gebied van rekenen te voorkomen is het van belang hier vroeg aandacht aan te besteden, want wanneer een achterstand eenmaal is ontstaan, is deze moeilijk weg te werken (Jordan, Kaplan, Ramineni, & Locuniak, 2009). Door inzicht te verwerven in welke factoren van voorspellende waarde en invloed zijn op voorbereidende rekenvaardigheden, kunnen die voorbereidende rekenvaardigheden indirect worden verbeterd. Hierdoor zouden de rekenvaardigheden voor aanvankelijk rekenen in de eerste klassen van het basisonderwijs beter moeten zijn en kunnen problemen op rekengebied wellicht voorkomen worden (Ruijssenaars et al., 2004).

Als eerste komt werkgeheugen uit verschillende onderzoeken naar voren als een goede voorspeller van rekenvaardigheden op latere leeftijd in het basisonderwijs (Alloway & Alloway, 2010; Bull, Espy, & Wiebe, 2008; Gathercole, Tiffany, Briscoe, Thorn, & The ALSPAC Team, 2005; Raghubar, Barnes, & Hecht, 2010; Toll, van der Ven, Kroesbergen, & van Luit, 2011). Het werkgeheugen kan beschreven worden als een deel van het cognitieve systeem dat de tijdelijke informatieopslag en informatieverwerking regelt (Baddeley, Eysenk, & Anderson, 2009). Volgens het model van Baddeley (1996) kan het werkgeheugen in vier componenten worden onderverdeeld namelijk de fonologische lus, het visueel-spatieel kladblok, de episodische buffer en het centraal executief systeem (Baddeley, 1996, 2000). De tijdelijke opslag van informatie wordt ondersteund door twee domeinspecifieke componenten, namelijk de fonologische lus voor de verbale informatie en het visueel-spatieel

kladblok voor de non-verbale informatie (Baddeley & Logie, geciteerd in Alloway, Gathercole, Kirkwood, & Elloit, 2008). De episodische buffer is verantwoordelijk voor de integratie van informatie tussen de verschillende componenten van het werkgeheugen en het lange termijn geheugen (Baddeley, 2000). In het model van Baddeley (2000) is het centraal executief systeem een algemene domeincomponent die verantwoordelijk is voor het controleren van aandacht en verwerking en is betrokken bij verschillende regulerende functies zoals het terughalen van informatie uit het langetermijngeheugen (Baddeley, 1996). Bij jonge kinderen kan het centraal executief systeem worden opgedeeld in een verbaal en een non-verbaal gedeelte, omdat het onderscheid tussen verbale en non-verbale aspecten anders is dan bij oudere kinderen. Zo is uit onderzoek gebleken dat alleen kinderen die ouder zijn dan 7 jaar de neiging hebben om plaatjes naar een fonologische vorm te hercoderen (Hitch, Halliday, Schaafstal, & Schraagen, 1988; Hitch, Woodin, & Baker, 1989). Kinderen ouder dan 7 jaar lijken dus de neiging te hebben om visuele of non-verbale aspecten om te zetten naar verbale aspecten om deze informatie beter te onthouden. Dit duidt erop dat er bij de kinderen die ouder dan 7 jaar zijn een minder duidelijk onderscheid is tussen verbale en non-verbale aspecten dan bij jongere kinderen. Beide soorten werkgeheugen, verbaal en non-verbaal, bleken goede voorspellers te zijn van rekenvaardigheden op latere leeftijd (Jarvis & Gathercole, 2003).

Naast werkgeheugen is uit onderzoek gebleken dat Spontane Focus op Aantallen (SFON) ook een goede voorspeller is voor rekenvaardigheden op 8-jarige leeftijd op de basisschool (Hannula, Lepola, & Lehtinen, 2010). SFON wordt beschreven als een proces van spontane focus op aantallen en de waarde daarvan zonder dat het door anderen wordt gestimuleerd (Hannula & Lehtinen, 2005). Uit het onderzoek van Hannula, Räsänen en Lehtinen (2007) bleek dat SFON correleert met tellen, het maken van getallenreeksen en het snel en accuraat herkennen van het aantal van een kleine hoeveelheid objecten (*subitizing*). Deze vaardigheden zijn ook belangrijk in het voorbereidend rekenen.

Zoals in het bovenstaande model van Baddeley (2000) beschreven staat, is het centraal executief systeem verantwoordelijk voor het controleren van aandacht. Aandacht wordt beschreven als het selectief verwerken van informatie uit de omgeving (Fougnie, 2008). De algemene domeincomponent aandacht wordt in de literatuur dikwijls aangeduid als werkgeheugen (Alloway et al., 2008). Uit de literatuurstudie van Fougnie (2008) is gebleken dat in tegenstelling tot wat eerdere theorieën stellen, werkgeheugen en aandacht niet evenredig aan elkaar zijn, maar dat het per subcomponent verschilt hoe sterk het verband is

tussen beiden. Zo stelt Fougnie (2008) dat aandacht niet belangrijk is voor het onderhoud van het werkgeheugen, maar wel voor het encoderen en manipuleren van informatie in het werkgeheugen. Het is daardoor aannemelijk dat een goed werkgeheugen samengaat met een sterke aandacht voor het selecteren en bewerken van informatie uit de omgeving. Het adequaat richten van de aandacht op relevante of herkenbare informatie uit de omgeving zou een spontane focus (op aantallen) kunnen veronderstellen.

Kortom, werkgeheugen en SFON blijken goede voorspellers te zijn voor rekenvaardigheden op latere leeftijd op de basisschool. SFON correleert vervolgens met aspecten die kunnen worden getypeerd als voorbereidende rekenvaardigheden. Echter is er tot op heden nog geen onderzoek gedaan naar de relatie tussen werkgeheugen en SFON. Er wordt verondersteld dat werkgeheugen en SFON via aandacht met elkaar gerelateerd zijn en dat SFON en voorbereidende rekenvaardigheden tegelijkertijd in de kleuterklassen ontwikkelen. Hierdoor lijkt het mogelijk te zijn dat de voorspellende waarde van werkgeheugen op voorbereidende rekenvaardigheden wordt gemedieerd door SFON en is het interessant om dit mogelijke mediërende effect van SFON te onderzoeken. Als er duidelijkheid is over de voorspellende waarde van werkgeheugen op voorbereidende rekenvaardigheden en de rol die SFON daarbij speelt, kunnen er aanbevelingen voor interventies worden gedaan om problemen op gebied van rekenen op latere leeftijd te voorkomen. In deze studie zal onderscheid gemaakt worden in verbaal en non-verbaal werkgeheugen en verbale en non-verbale SFON, om te kijken of deze factoren afzonderlijk van invloed zijn op voorbereidende rekenvaardigheden. Ook zal in dit onderzoek worden gecontroleerd voor leeftijd, omdat er spreiding is in leeftijden van de participanten. De verwachting is dat wanneer kleuters hoog scoren op werkgeheugen, ze een goede aandacht hebben, dat er een hoge mate van SFON zal zijn en dat dit van positieve invloed zal zijn op hun voorbereidende rekenvaardigheden.

Methode

Participanten

Voor dit onderzoek zijn ouders van kleuters uit groep 1 en 2 van een Christelijke basisschool uit de provincie Utrecht benaderd. Middels een informatiebrief en een toestemmingsformulier hebben de ouders hun kind(eren) vrijwillig voor deelname aangemeld, het gaat hier dus om een selecte steekproef. De benaderde steekproef bestond uit 103 leerlingen uit groep 1 en groep 2. Voor dit onderzoek zijn 67 participanten door de

ouders aangemeld, maar wegens weigering van een participant hebben uiteindelijk 66 (64% van het totaal) leerlingen uit groep 1 (*n*=28) en groep 2 (*n*=38) van de school aan het onderzoek deelgenomen. De steekproef betreft 37 meisjes (56.1%) en 29 jongens (43.9%). De gemiddelde leeftijd van de leerlingen is 5.39 jaar (*SD* = 0.57 jaar, bereik = 4.37 – 6.28 jaar).

Onderzoeksinstrumenten

Werkgeheugen. Dit wordt gemeten middels een tweetal taken uit de *Automated Working Memory Assessment [AWMA]* (Alloway, 2007). De *Word Recall Backwards taak* meet op een verbale manier het werkgeheugen en de *Odd One Out taak* doet dit op een non-verbale manier. In *Word Recall Backwards* moeten de participanten woorden in omgekeerde volgorde nazeggen. De taak begint met een reeks van 2 woorden en loopt op in moeilijkheidsgraad tot een reeks van 7 woorden. Bij de non-verbale test ziet de participant steeds 3 plaatjes op een rijtje, 1 van die plaatjes is anders en de participant moet aanwijzen welke dat is. Na het zien van de rijtjes moet de participant het vakje waar het plaatje stond dat anders was, aanwijzen. Bij beide taken kan er per item een punt worden verdiend, bij 2 foute antwoorden in een blok wordt de test afgebroken en bij 3 goede antwoorden per blok wordt de test moeilijker. Door alle punten bij elkaar op te tellen kan de eindscore worden verkregen. Een hoge score op deze test betekent een hoog niveau van verbaal en/of non-verbaal werkgeheugen. De betrouwbaarheid van de *Odd One Out taak* is goed $\alpha = .88$, en de betrouwbaarheid van de *Word Recall Backwards taak* is ook goed $\alpha = .89$ (Alloway, Rajendran, & Archibald, 2009). De diagnostische validiteit van de AWMA als gehele testbatterij wordt als goed benoemd (Alloway et al., 2008).

Voorbereidende rekenvaardigheden. Dit wordt gemeten door de *Utrechtse Getalbegrip Toets-Revised [UGT-R]* (Van Luit & Van de Rijt, 2009). In dit onderzoek is gebruik gemaakt van een digitale versie van de UGT-R met in totaal 20 items. De UGT-R omvat 8 schalen. In dit onderzoek worden 5 schalen meegenomen, namelijk *telwoorden, synchroon en verkort tellen, resultatief tellen, vergelijken en het toepassen van kennis van getallen*. Voorbeeldvragen uit deze test zijn: '*Wijs de achttiende bloem een aan*' en '*Tel eens terug met EEN overslaan vanaf veertien: veertien, twaalf, tien?*'. De items op deze test kunnen gescoord worden met een 0 of 1, respectievelijk 'fout' en 'goed'. De eindscore kan worden verkregen door de punten van alle items bij elkaar op te tellen. Een hoge score op deze test betekent een voldoende mate van beheersing van voorbereidende rekenvaardigheden. Deze

test is door de COTAN (2010) beoordeeld als goed, met een goede betrouwbaarheid α = .93, en een voldoende voor normen. De begrips- en criteriumvaliditeit komen op een onvoldoende wegens te weinig onderzoek. In dit onderzoek is de betrouwbaarheid van de UGT-R α = .81.

Spontaneous Focussing on Numerosity [SFON]. Dit wordt gemeten door middel van de *Recognition of Mathematical Structures [ROMS]* (Sharir, Mashal, & Mevarech, 2014). Deze test is onderverdeeld in een verbaal en een non-verbaal gedeelte. Het verbale gedeelte van de test bestaat uit 17 kaarten met foto's en geometrische vormen. Het non-verbale gedeelte betreft 10 items waarbij de participant een wiskundige structuur aan de hand van fiches in een spaarpot moet stoppen. Een voorbeeldvraag uit het verbale gedeelte is: '*Wat zie je op deze kaart?*' en een voorbeeldopgave uit het non-verbale gedeelte is: '*Dit is een spaarpot en hier zijn fiches in verschillende kleuren: blauw, groen, geel en rood. Kijk goed naar wat ik doe en daarna moet jij precies hetzelfde doen wat ik heb gedaan'*. Beide schalen worden gescoord met scores van 0, 1 of 2, respectievelijk 'fout', 'onvolledig correct' en 'volledig correct'. De eindscore betreft een optelsom van alle punten die op de items verkregen zijn. Een hoge score betekent een hoge mate van spontane focus op aantallen, zowel bij de verbale als de non-verbale test. Over de validiteit en betrouwbaarheid van dit instrument is in de literatuur momenteel nog niets bekend. In dit onderzoek is de betrouwbaarheid van de verbale schaal α = .90, en van de non-verbale schaal α = .80. De Cronbach's alfa van de verbale schaal is berekend op 24 items, in plaats van 27, omdat er bij de items 'Zes dromedarissen (drie groepjes van twee)', 'Vier zeilboten (twee en twee)' en 'Zes meeuwen (drie en drie)' geen variantie was. De Cronbach's alfa van de non-verbale schaal is berekend op 14 items, in plaats van 15, omdat er bij het item '1 blauwe' geen variantie in de scores was.

Procedure

Op acht dagen in de maanden januari en februari 2015 is er een vijftal onderzoeksinstrumenten afgenomen bij de participanten, respectievelijk de *Taaltoets alle Kinderen (TAK), Test for Creative Thinking – Drawing Production (TCT-DP), Utrechtse Getalbegrip Toets-Revised (UGT-R), Recognition of Mathematical Structures (ROMS)* en *Werkgeheugentaakjes (Odd One Out en Word Recall Backwards)*. Het onderzoek vond plaats op school, in een één-op-één situatie in een aparte ruimte buiten de klas. Er vonden aparte testsessies plaats per dag, onder begeleiding van een testleider, in dit onderzoek was dat een masterstudent van de universiteit Utrecht. Van de werkgeheugen taakjes en de *UGT-R* zijn digitale versies afgenomen op de computer bij de participanten en de *TCT-DP* is klassikaal op

papier afgenomen. Voor dit onderzoek zijn drie onderzoeksinstrumenten gebruikt, namelijk de *UGT-R*, *ROMS* en de werkgeheugentaakjes *Odd One Out* en *Word Recall Backwards*.

Data analyses

Om de onderzoeksvraag uit deze studie te kunnen beantwoorden, zijn er een tweetal mediatieanalyses aan de hand van de PROCESS-methode van Hayes (2013) uitgevoerd. De eerste analyse werd uitgevoerd over de onafhankelijke variabele non-verbaal werkgeheugen, de afhankelijke variabele voorbereidende rekenvaardigheden en de mediatoren SFON non-verbaal en SFON verbaal. In de tweede mediatieanalyse werd de onafhankelijke variabele verbaal werkgeheugen geanalyseerd met dezelfde afhankelijke variabele en mediatoren als de in de eerste analyse. Bij beide analyses werd ook de controlevariabele leeftijd meegenomen, zodat de resultaten niet louter door leeftijd kunnen worden verklaard.

Resultaten

Voordat de resultaten uit de analyses werden geïnterpreteerd is er gekeken of de data voldoet aan een viertal assumpties en werd een controle uitgevoerd voor *outliers*. Uit histogrammen en *stem-and-leaf-plots* is gebleken dat de afhankelijke variabelen voorbereidende rekenvaardigheden, SFON non-verbaal en SFON verbaal niet normaal verdeeld zijn. Bovendien wijst de *test of normality* uit dat respectievelijk (p = .002, p = .001, p = .000) er niet kan worden voldaan aan de assumptie voor normaliteit bij de afhankelijke variabelen. In de mediatieanalyse wordt gebruik gemaakt van de bootstrapmethode, waardoor normaliteit van de afhankelijke variabelen niet langer vereist is. Uit de boxplotten komt naar voren dat er alleen bij de afhankelijke variabele SFON non-verbaal sprake is van *outliers*[1]. Uit de scatterplots van gestandaardiseerde residuen ten opzichte van gestandaardiseerde voorspelde waarden is op te maken dat er voldaan is aan de assumptie voor lineariteit en homoscedasticiteit voor het drietal afhankelijke variabelen. Door middel van de Durbin-Watson test is bepaald dat de residuen in het model onafhankelijk zijn voor alle afhankelijke

[1] Voor de afhankelijke variabele SFON non-verbaal blijken er drie *outliers* te zijn, namelijk respondenten 9, 26 en 39. Bij andere variabelen blijken deze respondenten geen afwijkende resultaten te hebben en wegens die reden worden deze respondenten toch meegenomen in de analyses. Een mogelijke verklaring voor de afwijkende resultaten bij deze respondenten is dat bij de taak van SFON non-verbaal slechts één maal de instructie wordt gegeven en er weinig mogelijkheid is tot oefening. Bij de taak van non-verbaal werkgeheugen werd de instructie veelvuldig herhaald en was er veel gelegenheid tot oefening.

variabelen. Voorafgaand aan de mediatieanalyses wordt er ook een twintigtal correlatieanalyses uitgevoerd tussen de vijf variabelen uit deze studie.

In Tabel 1 worden de beschrijvende statistieken per variabele weergeven. Aan de linker zijde van de diagonaal zijn de bivariate correlaties tussen de variabelen weergeven. Aan de rechter zijde van de diagonaal zijn de partiële correlaties gecontroleerd voor leeftijd tussen de variabelen weergeven. Zowel de bivariate correlaties als de partiële correlaties zijn tussen alle variabelen significant gebleken, behalve de correlaties met de variabele SFON verbaal.

Tabel 1. Beschrijvende statistieken, bivariate correlaties en partiële correlaties gecorrigeerd voor leeftijd per variabele (N = 66)

	M	*SD*	*Min.*	*Max.*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*
1. Non-verbaal werkgeheugen	9.61	2.92	4	15	–	.39*	.36*	.35*	.07
2. Verbaal werkgeheugen	4.59	2.03	0	9	.34**	–	.46**	.43**	.17
3. Voorbereidende rekenvaardigheden	11.92	4.27	0	19	.43**	.45**	–	.38*	-.04
4. SFON non-verbaal	25.35	4.43	8	30	.38**	.45**	.39**	–	-.02
5. SFON verbaal	10.42	9.70	0	34	.11	.09	.03	-.01	–

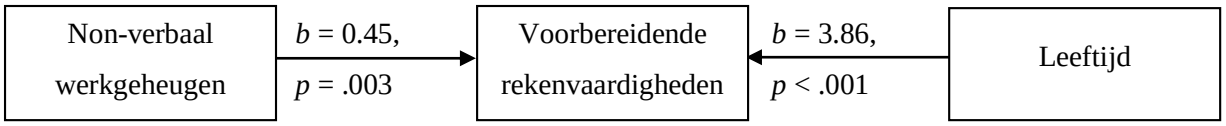
Noot. Aan de linker zijde van de diagonaal worden de Kendall's tau-b correlaties (τ) weergegeven en aan de rechter zijde van diagonaal worden de Pearson's partiële correlaties (*r*) weergegeven.
** p < .01 ** p < .001*

Mediatieanalyse

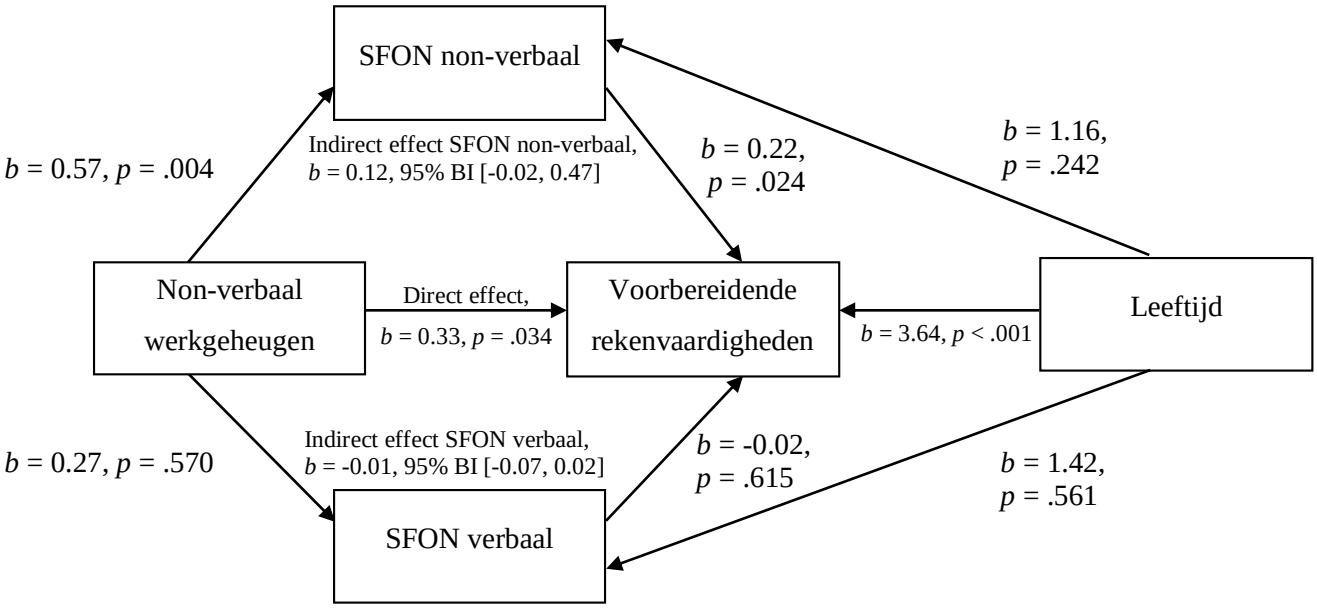
Om te onderzoeken of de voorspellende waarde van non-verbaal en verbaal werkgeheugen op voorbereidende rekenvaardigheden door SFON non-verbaal of SFON verbaal gemedieerd wordt, wordt er een mediatieanalyse uitgevoerd, gecontroleerd voor leeftijd.

In Figuur 1a is te zien dat non-verbaal werkgeheugen een significante voorspeller voor voorbereidende rekenvaardigheden is wanneer er wordt gecorrigeerd voor leeftijd. Als de mediatoren SFON non-verbaal en SFON verbaal aan het model worden toegevoegd is te zien dat het directe effect van non-verbaal werkgeheugen op voorbereidende rekenvaardigheden iets is afgenomen, maar nog steeds significant is als er wordt gecorrigeerd voor leeftijd (zie

figuur 1b). Zowel de voorspellende waarde van non-verbaal werkgeheugen op SFON non-verbaal als de voorspellende waarde van SFON non-verbaal op voorbereidende rekenvaardigheden blijken significant te zijn. Het indirecte effect van non-verbaal werkgeheugen op voorbereidende rekenvaardigheden via de mediator SFON non-verbaal is niet significant gebleken, maar kan wel als marginaal significant worden beschouwd. Er blijkt geen significant indirect effect van non-verbaal werkgeheugen op voorbereidende rekenvaardigheden via mediator SFON verbaal te zijn. Ook zijn de voorspellende waarde van non-verbaal werkgeheugen op SFON verbaal en de voorspellende waarde van SFON verbaal op voorbereidende rekenvaardigheden niet significant gebleken.



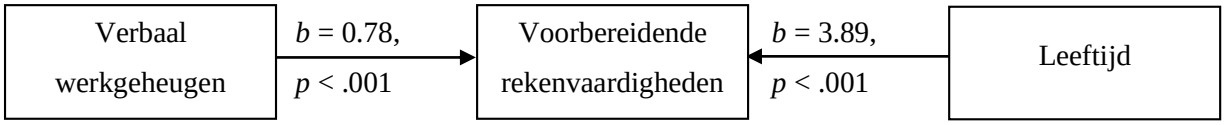
a) Direct Effect



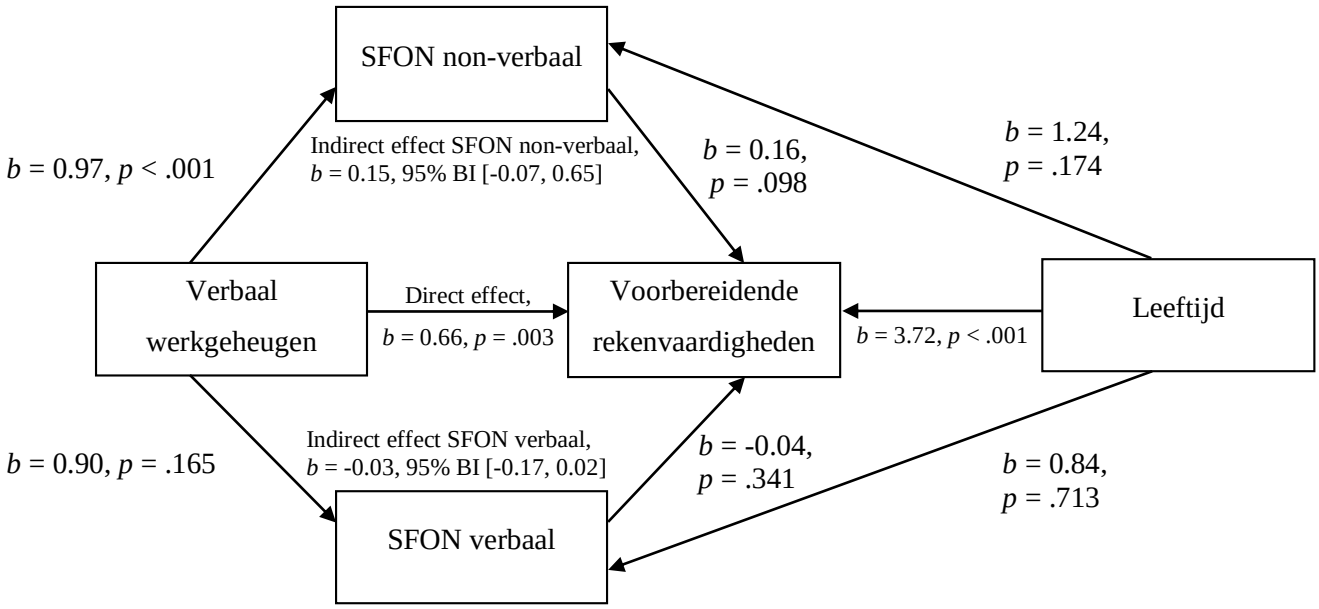
b) Gemedieerd Effect

Figuur 1. Model van Non-verbaal Werkgeheugen als voorspeller van Voorbereidende Rekenvaardigheden, met SFON Non-verbaal en SFON Verbaal als mediatoren en leeftijd als covariaat. Ongestandaardiseerde coëfficiënten en significantieniveau. BI = Betrouwbaarheidsinterval, bootstrap gebaseerd op 50000 steekproeven.

Uit Figuur 2a is op te maken dat de voorspellende waarde van verbaal werkgeheugen op voorbereidende rekenvaardigheden significant is wanneer er wordt gecontroleerd voor leeftijd. Als de mediatoren SFON non-verbaal en SFON verbaal aan het model worden toegevoegd is te zien dat het directe effect van verbaal werkgeheugen op voorbereidende rekenvaardigheden iets is afgenomen, maar nog steeds significant is gebleken als er wordt gecontroleerd voor leeftijd (zie figuur 2b). De voorspellende waarde van verbaal werkgeheugen op SFON non-verbaal blijkt significant te zijn, maar de voorspellende waarde van SFON non-verbaal op voorbereidende rekenvaardigheden blijkt dat niet te zijn. Het indirecte effect verbaal werkgeheugen op voorbereidende rekenvaardigheden via de mediator SFON non-verbaal is niet significant gebleken, maar kan wel als marginaal significant worden aangeduid. Er is geen significant indirect effect van verbaal werkgeheugen op voorbereidende rekenvaardigheden via de mediator SFON verbaal. Ook blijken er geen significante voorspellende waarden van verbaal werkgeheugen en op voorbereidende rekenvaardigheden voor SFON verbaal te zijn.



a) Direct Effect



b) Gemedieerd Effect

Figuur 2. Model van Verbaal Werkgeheugen als voorspeller van Voorbereidende Rekenvaardigheden, met SFON Non-verbaal en SFON Verbaal als mediatoren en leeftijd als covariaat. Ongestandaardiseerde coëfficiënten en significantieniveau. BI = Betrouwbaarheidsinterval, bootstrap gebaseerd op 50000 steekproeven.

Discussie

Het doel van deze studie was te onderzoeken wat de voorspellende waarde van werkgeheugen op voorbereidende rekenvaardigheden is en of deze voorspellende waarde gemedieerd wordt door SFON, wanneer er wordt gecorrigeerd voor leeftijd. De variabelen werkgeheugen en SFON zijn beide onderverdeeld in een verbaal en non-verbaal aspect. Uit deze studie is gebleken dat er een voorspellende waarde van zowel non-verbaal als verbaal werkgeheugen bestaat op de afhankelijke variabele voorbereidende rekenvaardigheden. Ook is uit deze huidige studie gebleken dat wanneer kleuters hoger scoren op werkgeheugen, de kleuters ook beter scoren op SFON non-verbaal. De indirecte effecten van zowel non-verbaal als verbaal werkgeheugen op voorbereidende rekenvaardigheden via mediator SFON non-verbaal zijn marginaal significant. Deze resultaten komen overeen met de verwachting gebaseerd op het model van Baddeley (2000) en de literatuurstudie van Fougnie (2008).

De variabele SFON verbaal had geen enkele significante correlatie met de andere variabelen en er was ook geen sprake van significante indirecte effecten van non-verbaal en verbaal werkgeheugen op voorbereidende rekenvaardigheden via de mediator SFON verbaal. Een verklaring voor de niet significante mediator SFON verbaal zou kunnen zijn dat passieve taalvaardigheden bij kinderen eerder ontwikkelen dan dat zij expressieve taalvaardigheden aanleren (Piaget; Sinclair-de-Zwart; Wong & Moerk, geciteerd in Moerk, 1974). Het spontaan focussen op aantallen en het met een handeling (non-verbaal) reageren daarop is een eerste stap, maar het verbaal uiten van deze spontane focus lijkt een complexere stap voor kleuters te zijn. Alle participanten behaalden over het algemeen tamelijk slechtere resultaten op de taak voor SFON verbaal dan op de taak voor SFON non-verbaal. Daarnaast is de taak waarmee SFON verbaal werd gemeten veel minder gestructureerd dan de non-verbale taak. De participanten konden daardoor uiteenlopende antwoorden geven op de vraag die werd gesteld. Voor schoolse prestaties blijkt structuur een belangrijke voorwaarde te zijn (Vansteenkiste, Sierens, Soenens, & Lens, 2007). Het imiteren van de testleider bij de non-verbale taak is daardoor gemakkelijker voor kleuters dan de verbale taak waar de kleuter zelf een vraag moet beantwoorden, zonder dat er enige structuur wordt geboden door de testleider.

Een beperking van het onderzoek uit deze studie betreft de beperkte steekproef. Aan het onderzoek uit deze studie hebben kinderen uit de kleuterklassen van slechts één school in Nederland meegedaan. Om de generaliseerbaarheid van het onderzoek te vergroten en te

onderzoeken of de indirecte effecten uit de mediatieanalyse daadwerkelijk significant zijn is er een grotere steekproef nodig met scholen die evenredig verspreid zijn over verschillende gemeentes in het land. Een andere beperking is dat er na afloop van de taak voor SFON verbaal niet is gecontroleerd of de participanten de taak hebben begrepen en de taak konden maken met meer gestructureerde vragen. Deze controle had kunnen uitsluiten dat een laag resultaat op de taak zou komen door problemen met het begrijpen van de taak.

Voor toekomstig onderzoek is het aan te bevelen om een longitudinaal design te gebruiken. Hierdoor kunnen de voorspellende waarden van werkgeheugen en SFON worden bepaald voor het rekenen op latere leeftijd. Het onderzoeken van verschillen tussen de voorspellende waarden van werkgeheugen en SFON op zowel voorbereidende rekenvaardigheden als rekenen op latere leeftijd kunnen wellicht nieuwe inzicht geven voor mogelijke interventies.

Referenties

Alloway, T. P. (2007). Automated working memory assessment. London: Harcourt.

Alloway, T. P., & Alloway, R. G. (2010). Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment. *Journal of experimental child psychology*, *106*, 20-29. doi:10.1016/j.jecp.2009.11.003

Alloway, T. P., Rajendran, G., & Archibald, L. M. (2009). Working memory in children with developmental disorders. *Journal of Learning Disabilities, 42,* 372-382. doi:10.1177/0022219409335214

Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Kirkwood, H., & Elliott, J. (2008). Evaluating the validity of the automated working memory assessment. *Educational Psychology, 28,* 725-734. doi:10.1080/01443410802243828

Aunio, P., & Niemivirta, M. (2010). Predicting children's mathematical performance in grade one by early numeracy. *Learning and Individual Differences, 20*, 427-435. doi:10.1016/j.lindif.2010.06.003

Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M. K., & Nurmi, J. E. (2004). Developmental dynamics of math performance from preschool to grade 2.*Journal of Educational Psychology, 96*, 699-713. doi:10.1037/0022-0663.96.4.699

Baddeley, A. (1996). Exploring the central executive. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 49A*, 5-28. doi:10.1080/713755608

Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences, 4,* 417-423. doi:10.1016/S1364-6613(00)01538-2

Baddeley, A., Eysenck, M. W., & Anderson, M. C. (2009). *Memory*. New York: Psychology Press.

Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental neuropsychology*, *33*, 205-228. doi:10.1080/87565640801982312

Egberink, I. J. L., Janssen, N. A. M., & Vermeulen, C. S. M. (2009-2014). *COTAN Documentatie* (www.cotandocumentatie.nl). Amsterdam: Boom test uitgevers.

Fougnie, D. (2008). The relationship between attention and working memory. In N. B. Johansen (Eds.), *New research on short-term memory* (pp. 1-45). New York: Nova Science Publishers, Inc.

Gathercole, S. E., Tiffany, C., Briscoe, J., Thorn, A., & The ALSAC Team (2005). Developmental consequences of poor phonological short-term memory function in childhood: A longitudinal study. *Journal of child Psychology and Psychiatry, 46*, 598-611. doi:10.1111/j.1469-7610.2004.00379.x

Hannula, M. M., & Lehtinen, E. (2005). Spontaneous focusing on numerosity and mathematic skills of young children. *Learning and Instruction, 15*, 237-256. doi:10.1016/j.learninstruc.2005.04.005

Hannula, M. M., Lepola, J., & Lehtinen, E. (2010). Spontaneous focusing on numerosity as a domain-specific predictor of arithmetical skills. *Journal of Experimental Child Psychology, 107*, 394-406. doi:10.1016/j.jecp.2010.06.004

Hannula, M. M., Räsänen, P., & Lehtinen, E. (2007). Development of counting skills: Role of spontaneous focusing on numerosity and subitizing-based enumeration. *Mathematical thinking and learning*, *9*, 51-57. doi:10.1080/10986060709336605

Hayes, A. F. (2013). *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression based approach.* New York: Guilford Publications, Inc.

Hitch, G. J., Halliday, M. S., Schaafstal, A. M., & Schraagen, J. M. C. (1988). Visual working memory in children. *Memory and Cognition, 16*, 120–132. doi:10.3758/BF03213479

Hitch, G. J., Woodin, M. E., & Baker, S. (1989).Visual and phonological components of working memory in children. *Memory and Cognition, 17*, 175–185. doi:10.3758/BF03197067

Izard, V., Sann, C., Spelke, E. S., & Streri, A. (2009). Newborn infants perceive abstract numbers. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 106*, 10382-10385. doi:10.1073/pnas.0812142106

Jarvis, H. L., & Gathercole, S. E. (2003). Verbal and non-verbal working memory and achievements on national curriculum tests at 11 and 14 years of age. *Educational and Child Psychology, 20,* 123-140.

Jordan, N. C., Kaplan, D., Locuniak, M. N., & Ramineni, C. (2007). Predicting first-grade math achievement from developmental number sense trajectories. *Learning Disabilities Research & Practice, 22,* 36-46. doi:10.1111/j.1540-5826.2007.00229.x

Jordan, N. C., Kaplan, D., Ramineni, C., & Locuniak, M. N. (2009). Early math matters: Kindergarten number competence and later mathematics outcomes. *Developmental Psychology, 45*, 850-867. doi:10.1037/a0014939

Moerk, E. (1974). Changes in verbal child-mother interactions with increasing language skills of the child. *Journal of Psycholinguistic Research, 3,* 101-116. doi:10.1007/BF01067570

Raghubar, K. P., Barnes, M. A., & Hecht, S. A. (2010). Working memory and mathematics: A review of developmental, individual difference, and cognitive approaches. *Learning and Individual Differences, 20,* 110-122. doi:10.1016/j.lindif.2009.10.005

Ruijssenaars, A. J. J. M., van Luit, J. E. H., & van Lieshout, E. C. D. M. (2004). Rekenproblemen en Dyscalculie. Theorie, onderzoek, diagnostiek en behandeling. Rotterdam: Lemnniscaat

Sharir, T., Mashal, N., & Mevarech, Z. R. (2014). Recognition of Mathematical Structures (ROMS). Israel: School of Education, Bar Ilan University.

Toll, S. W., Van der Ven, S. H., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. (2011). Executive functions as predictors of math learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 44,* 521-532. doi:10.1177/0022219410387302

Van Luit, J. E. H., & Van de Rijt, B. A. M. (2009). Utrechtse getalbegrip toets-revised. UGT-R. Doetinchem: Graviant.

Vansteenkiste, M., Sierens, E., Soenens, B., & Lens, W. (2007). Willen, moeten en structuur in de klas: Over het stimuleren van een optimaal leerproces. *Begeleid zelfstandig leren, 16,* 37-58.