



Universiteit Utrecht

*De fonologische lus in relatie tot getalbegrip:
Verschillen in sekse*

Faculteit Sociale Wetenschappen
Masterthesis Orthopedagogiek

Student: M. E. Zomer, BSc (3028585)
Begeleider: I. van den Bos, MSc
Datum: 07-07-2010

De fonologische lus in relatie tot getalbegrip:

Verschillen in sekse

M. E. Zomer, Universiteit Utrecht, Nederland, 2010

Abstract

Current research has observed whether or not the phonological loop is a unique predictor of mathematic skills in children. However, research has not yet investigated the role of the phonological loop in number sense in preschool children. In this study, the question was raised how the phonological loop is related to number sense and whether there is an influence of gender on these several aspects. The role of two aspects of the phonological loop was investigated: with respectively low and high levels of executive control. The number sense and the functioning of the phonological loop of 192 five- and six-year-old children were assessed. The results showed that after controlling for age, both the phonological loop with low and high levels of executive control were important predictors in children's level of number sense. There were no gender differences observed in regards to number sense, the phonological loop or the relationship between these two aspects. The implications of this study are that it seems important to further investigate the relationship between number sense and the phonological loop for early identification of children at risk for math learning difficulties.

Key words: number sense, phonological loop, gender differences, executive control.

Getallen spelen een grote rol in het dagelijks leven. Op jonge leeftijd zijn kinderen al geïnteresseerd in getallen, getalfeiten en de manier waarop getallen gebruikt kunnen worden (Torbeyns et al., 2002). Het niet effectief kunnen tellen of het niet begrijpen van de betekenis van getallen wordt al snel een beperking in een samenleving waarin het van belang is vlot te kunnen lezen en rekenen. De meeste informatie wordt immers aangeboden en opgeslagen in verbale of numerieke vorm (Ruijsenaars, Minnaert & Ghesquiere, 2008; Rousselle & Noël, 2007). Ongeveer vijf tot tien procent van de schoolgaande kinderen ondervindt problemen met rekenen. De laatste jaren richt wetenschappelijk onderzoek zich dan ook steeds meer op de ontwikkeling van de rekenvaardigheid en de eventuele problemen hierbij. Het is belangrijk beter zicht te krijgen op hoe rekenproblemen zich ontwikkelen en welke onderliggende factoren daaraan ten grondslag liggen zodat een vroegtijdige onderkenning mogelijk wordt (Rivera, 2007; Ruijsenaars, Van Luit & Van Lieshout, 2006; Van de Rijt & Van Luit, 1999).

Steeds meer aanwijzingen worden gevonden dat behandeling van vroege rekenproblemen het verdere rekenonderwijs beter doet verlopen (Gersten, Jordan & Flojo, 2005; Van Luit & Schopman, 2000).

Getalbegrip

Voordat het onderwijs begint, ontwikkelt de rekenkennis zich reeds bij kinderen. Wanneer ze naar de basisschool gaan beschikken zij al over rekenvaardigheden, -concepten en -strategieën, welke de basis vormen voor het formele rekenen. Deze voorbereidende rekenvaardigheden worden ook wel getalbegrip genoemd, hetgeen wordt gezien als voorspeller van de latere rekenvaardigheden (Aunio, Hautamäki, Heiskari & Van Luit, 2006; Aubrey, 1994; Aunola, Leskinen, Lerkkanen & Nurmi, 2004; Stock, Desoete & Roeyers, 2009; Torbeyns et al., 2002). Er bestaat echter geen consensus over wat getalbegrip precies inhoudt, wetenschappers definiëren getalbegrip op zeer verschillende wijze. Ruijssenaars en collega's (2006) spreken van getalbegrip 'Wanneer een kind op ieder moment tijdens het aftellen van losse elementen elk telwoord zowel opvat als aanduiding van het hoeveelste getelde element als van het totale aantal tot dan toe getelde elementen'. Van Luit & Van de Rijt (2009) zien getalbegrip als een construct, bestaande uit meerdere facetten. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in negen componenten, namelijk vergelijken, hoeveelheden koppelen (classificeren), correspondentie leggen (één-één-relatie), ordenen, telwoorden gebruiken, synchroon en verkort tellen, resultaatief tellen, toepassen van kennis van getallen en schatten. Het beheersen van de telwoorden, één-één-correspondentie en de kardinale principes kunnen gezien worden als essentiële eigenschappen voor de ontwikkeling van het getalbegrip (Stock et al., 2009). Evenwel wordt verondersteld dat getalbegrip in elk geval bestaat uit de beheersing van alle vaardigheden variërend van het begrip van getallen tot het ontwikkelen van strategieën voor het oplossen van complexe rekenproblemen; van het maken van simpele vergelijkingen tot het uitvinden van procedures voor het uitvoeren van numerieke operaties en van het herkennen van triviale numerieke fouten door het gebruiken van kwantitatieve methoden voor het communiceren, verwerken en interpreteren van informatie (Berch, 2005). Ongeveer vijf tot tien procent van de schoolgaande kinderen heeft problemen met de beheersing van deze telvaardigheden. Dit zijn kinderen met het risico op latere rekenproblemen, aangezien recent onderzoek heeft aangetoond dat telvaardigheid een belangrijke voorspeller is van de rekenvaardigheden (Stock et al., 2005; Aunio et al., 2005; Aunola et al., 2004). Chong en Siegel (2008) hebben aangetoond dat de voorbereidende rekenkennis van kleuters in groep 1 en 2 bepalend is voor hun latere rekenvaardigheid. Dit

betekent dat de problemen die sommige kleuters ervaren bij het verwerven van getalbegrip, ook gevolgen hebben in de latere leerjaren voor de rekenvaardigheid. Volgens Siegler (2009) bepaalt het getalbegrip niet alleen de rekenkennis in het verdere basisonderwijs, maar zelfs ook in het vervolgonderwijs. Daarom is het van groot belang dat kinderen met problemen in het voorbereidend rekenen zo vroeg mogelijk gesignaleerd worden en hen de best mogelijke ondersteuning te bieden (Morgan, Farkas & Wu, 2009).

Het Werkgeheugen

In de wetenschappelijke literatuur bestaan diverse verklaringen voor rekenproblematiek zoals tekorten in de cognitieve vermogens en tekorten in de processen van de informatieverwerking. Onder informatieverwerking vallen aspecten als planning, aandacht en geheugen (Ruijsenaars et al., 2006). Daarbij aansluitend blijkt het oplossen van rekenkundige problemen afhankelijk van het werkgeheugen. Het werkgeheugen is een systeem met beperkte capaciteit, dat verantwoordelijk is voor het behouden en tegelijkertijd verwerken van deze of andere informatie). Het werkgeheugen is belangrijk voor de ontwikkeling (het aanleren en toepassen) van rekenvaardigheden. Er zijn aanwijzingen dat kinderen met leerproblemen een zwakker werkgeheugen hebben dan andere kinderen (Anderson, Reder, & Lebiere, 1996; Baddeley & Logie, 1999; Geary, 1993; LeBlanc & Weber-Russell, 1996; Swanson & Beebe-Frankenberger, 2004; Swanson, Cooney, & Brock, 1993; Swanson & Ransby, 1994). Over de precieze rol van de verschillende componenten uit het werkgeheugen is echter nog weinig bekend (Meyer, Salimpoor, Wu, Geary & Menon, 2010). Baddely (1974) verschaft een werkgeheugenmodel waar de individuele verschillen in het probleemoplossen door begrepen kunnen worden. Het model karakteriseert het werkgeheugen als een centraal executief controle systeem dat ondersteund wordt door twee zogeheten slaafsystemen: het visueel-spatieel schetsboek en de fonologische lus, welke respectievelijk visuele en verbale informatie verwerken. Recent is de episodische buffer aan het model toegevoegd, welke gekarakteriseerd wordt door multidimensionale opslag en verwerking. De episodische buffer integreert informatie uit het werkgeheugen met die van het lange termijngeheugen (Rudner & Rönnerberg, 2008; Baddeley, 2000). Er is echter weinig wetenschappelijk onderzoek beschikbaar over dit onderdeel van het werkgeheugen. Het centraal executief systeem is primair verantwoordelijk voor het coördineren van de activiteiten van de slaafsystemen, maar haalt daarnaast bruikbare informatie op uit het lange termijngeheugen wanneer de maximale capaciteit van de twee slaafsystemen bereikt zijn. Diverse onderzoeken laten zien dat het centraal executief systeem van invloed is op het rekenen, daar het verantwoordelijk is voor het monitoren en coördineren

van verschillende stappen in het rekenproces. Rekenproblemen worden dan ook gerelateerd aan tekorten in het centraal executief systeem (De Smedt et al., 2009; Swanson & Beebe-Frankenberger, 2004; Gathercole & Pickering, 2000). De rol van de slaafsystemen bij het rekenen is minder duidelijk. Het visueel-spatieel schetsboek is verantwoordelijk voor de opslag van visuele informatie en speelt een sleutelrol in de generatie en manipulatie van mentale beelden. Recent onderzoek laat een significante associatie zien tussen het visueel-spatieel schetsboek en individuele rekenprestaties, met name bij zes- tot en met achtjarige kinderen en in mindere mate bij negen- tot tienjarige kinderen. Het lijkt erop dat de invloed van het visueel-spatieel schetsboek op de rekenvaardigheden leeftijd gerelateerd is (Holmes & Adams, 2006; Holmes, Adams & Hamilton, 2008). De fonologische lus is verantwoordelijk voor het encoderen en de tijdelijke opslag van verbale informatie (Baddeley & Logie, 1999; De Smedt et al., 2009) en speelt een belangrijke rol bij het rekenen, vermoedelijk bij het tellen of het bijhouden van acties tijdens het berekenen. Deze informatie wordt gebruikt voor het tellen, exact rekenen en algoritmen als optellen en aftrekken (Dehaene, Spelke, Pinel, Stanescu & Tsivkin, 1999; Fürst & Hitch, 2000; Healy & Nairne, 1985; Siegler & Jenkins, 1989, zoals in Holmes & Adams, 2006). Goede fonologische vaardigheden leiden tot sterkere associaties in het lange termijngeheugen en tot het beter ophalen van rekenfeiten, wat de algemene rekenprestatie ten goede komt. Kinderen met rekenproblemen presteren over het algemeen slechter op metingen van de fonologische lus, hetgeen zou kunnen betekenen dat de fonologische lus belangrijk is voor de verwerving van rekenfeiten (Bull & Johnston, 1997; Dehaene & Cohen, 1997; Geary 1993; Holmes & Adams, 2006). Diverse onderzoeken tonen aan dat de fonologische lus een unieke voorspeller is van rekenprestaties bij basisschoolkinderen (Gathercole & Pickering, 2000; Swanson & Kim, 2007). Consistent hiermee is het onderzoek van Rasmussen en Bisanz (2005) dat aantoont dat de fonologische lus de beste voorspeller is van prestaties op verbale rekenopgaven. Echter, andere onderzoeken tonen aan dat de fonologische lus geen unieke voorspeller is van rekenprestaties in het basisonderwijs. Enkele onderzoeken vinden zelfs helemaal geen positieve relatie tussen de fonologische vaardigheden en de algemene rekenprestatie (De Smedt et al., 2009; Hecht, Torgessen, Wagner & Rashotte, 2001; Holmes & Adams, 2006). Er is aldus geen consensus over de bijdrage van de fonologische lus als voorspeller van de algemene rekenvaardigheden/rekenprestaties. Meyer en collega's (2010) stellen wel dat het centraal executief systeem en de fonologische lus de prestaties gedurende de vroege ontwikkeling van rekenvaardigheden faciliteren, waar het visueel-spatieel schetsboek een belangrijke rol speelt gedurende de latere jaren.

Sekseverschillen in de Rekenvaardigheid en de Fonologische Lus

Onderzoek naar verschillen in sekse wat betreft prestaties op rekentesten is controversieel. Uit diverse onderzoeken blijkt dat mannen beter presteren dan vrouwen op de rekenvaardigheid, maar dat het verschil klein is (Hyde, Fennema & Lamon, 1990; Rosselli, Ardila & Matute, 2009; Royer, Tronsky, Chan, Jackson, & Marchant, 1999). Echter, recente literatuur wijst ook uit dat er alsmat minder verschillen in sekse te zien zijn wat betreft de rekenprestaties. Er is bij de mannen wel (ietwat) meer variabiliteit in de scores waar te nemen, maar oorzaken hiervan blijven onbekend (Guzmán et al., 2010; Hyde, 2005; Hyde, Lindberg, Linn, Ellis & Williams, 2008). Wanneer gekeken wordt naar prestaties op taken met betrekking tot het fonologisch bewustzijn en het verbale geheugen, blijkt dat meisjes over het algemeen beter presteren (Duff & Hampson, 2001; Moura, Mezzomo en Cielo, 2009). Andere onderzoeken vinden echter geen verschil in sekse (Felton & Brown, 1990; Shebani, Van de Vijver & Poortinga, 2003; Stanovich, Cunningham & Cramer, 1984). De inconsistente resultaten zijn mogelijk een gevolg van het gebruik van diverse leeftijdscategorieën en door verschillende operationalisaties van het fonologische bewustzijn. Daarnaast kan de mate van executieve controle in de verbale werkgeheugentaken een rol spelen. Er is weinig onderzoek gedaan naar de invloed van respectievelijk weinig of veel executieve controle in de fonologische lus bij jonge kinderen. Daarbij is er geen onderzoek gedaan naar verschillen tussen jongens en meisjes in het verband tussen het niveau in de fonologische lus en het niveau in getalbegrip.

Het Huidige Onderzoek

Het blijkt dat kinderen met onvoldoende ontwikkelde voorbereidende rekenvaardigheden (getalbegrip) een verhoogd risico hebben op het ontwikkelen van rekenproblemen (Aunio et al., 2005; Ruijssenaars et al., 2006; Stock et al., 2009). Daarnaast speelt het werkgeheugen een belangrijke rol in de ontwikkeling van rekenvaardigheden (Meyer et al., 2010). Doordat de voorbereidende rekenvaardigheid niet alleen de rekenkennis in het verdere basisonderwijs, maar ook in vervolgonderwijs bepaalt, is het van groot belang dat de kinderen met problemen op dit gebied zo vroeg mogelijk gesignaleerd worden en hen de best mogelijke ondersteuning te bieden (Morgan et al., 2010; Ruijssenaars et al., 2006; Siegler, 2009). In dit onderzoek staan vier vragen centraal. Allereerst wordt de relatie het tussen getalbegrip en sekse in kaart gebracht. Op basis van beschikbare wetenschappelijke literatuur wordt verwacht dat er een verschil wordt gevonden (Rosselli et al., 2009; Hyde et al., 1990). Daarnaast wordt de relatie tussen het verbale werkgeheugen (de fonologische lus) en sekse onderzocht. Op basis van beschikbare wetenschappelijke literatuur wordt verwacht dat er een verschil wordt

(Duff & Hampson, 2001). Tevens wordt de relatie tussen de fonologische lus en het getalbegrip onderzocht. Vervolgens wordt gekeken of het getalbegrip bij kleuters voorspeld kan worden door de fonologische lus. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat het gaat om een statische voorspelling welke geen causaal verband impliceert. Recent onderzoek is inconsistent wat betreft de voorspellende waarde van de fonologische lus voor de rekenvaardigheden. Tevens heeft onderzoek op dit gebied zich nog niet gericht op het voorbereidend rekenen. Het is daarom van belang meer inzicht te krijgen in de rol van de fonologische lus bij het voorbereidend rekenen. Uitgegaan wordt van een tweetal werkgeheugencomponenten, welke gebaseerd zijn op het werkgeheugenmodel van Baddeley (1996), namelijk het verbale werkgeheugen met respectievelijk veel of weinig executieve controle. Wat betreft getalbegrip wordt de definitie van Van Luit & Van de Rijt (2009), zoals eerder beschreven, gehanteerd. Verwacht wordt dat de fonologische lus het niveau van getalbegrip voorspeld (Gathercole & Pickering, 2000; Swanson & Kim, 2007). Als laatste zal in het onderzoek worden nagaan of het verband tussen het getalbegrip en de fonologische lus anders is voor jongens en meisjes. Onderzoek heeft zich nog niet gericht op deze leeftijdsgroep. Op basis van voorgaand onderzoek met betrekking tot de fonologische lus, wordt verwacht dat het verband tussen de voorbereidende vaardigheden en de fonologische lus voor meisjes sterker is (Duff & Hampson, 2001; Moura et al., 2009).

Methode

Onderzoeksgroep

De onderzoeksgroep bestond uit 192 (rekenzwakke) kinderen uit groep 2 van 24 verschillende reguliere basisscholen in Nederland. Er namen 98 jongens (51%) en 94 meisjes (49%) deel aan het onderzoek met een gemiddelde leeftijd van 5;8 jaar met een standaardafwijking van 4.72 maanden. De scholen zijn telefonisch benaderd en geselecteerd op basis van beschikbaarheid, dit geldt eveneens voor de deelnemende (rekenzwakke) kinderen. Ouders hebben middels brieven toestemming gegeven voor de participatie van hun kinderen aan het onderzoek.

Procedure

Voor dit onderzoek zijn, middels beschikbare testgegevens van de scholen, kinderen geselecteerd die zwak zijn met betrekking tot de voorbereidende rekenvaardigheden. Hiervoor is gebruik gemaakt van scores op de Cito ordenen of de Utrechtse Getalbegrip Toets-Revised (UGT-R; Van Luit & Van der Rijt, 2009). Wanneer deze testgegevens niet beschikbaar waren, volstond het oordeel van de groepsleerkracht ten aanzien van de voorbereidende

rekenvaardigheden van de kinderen. Begin maart 2010 zijn de kinderen individueel getest om de voorbereidende rekenvaardigheden en het verbale geheugen na te gaan. De testafname bestond uit twee op zichzelf staande sessies waarbij gebruik gemaakt is van verschillende taken. De afdurenduur van een sessie bedroeg ongeveer 20 tot 30 minuten. Aangezien zowel rekenkennis als verbale vaardigheden met de leeftijd toenemen, is middels een onafhankelijke t-toets nagegaan of er verschillen zijn in leeftijd tussen de deelnemende rekenzwakke jongens en meisjes. Hieruit komt naar voren dat meisjes ($M = 69.81$; $SD = 5.15$) gemiddeld ouder zijn dan jongens ($M = 69.14$; $SD = 4.25$), dit verschil is echter niet significant ($t = -.98$; $df = 190$; $p = .33$) en heeft aldus geen gevolgen voor de interpretaties van de diverse analyses.

Onderzoeksinstrumenten

Het onderzoek maakt deel uit van een groter onderzoek, hetgeen betekent dat er meer taken zijn afgenomen dan hieronder wordt beschreven.

Voorbereidende Rekenvaardigheden/Getalbegrip

Om het niveau van de voorbereidende rekenvaardigheden na te gaan is gebruik gemaakt van de Utrechtse Getalbegrip Toets-Revised (UGT-R; Van Luit & Van der Rijt, 2009). De UGT-R is een taakgerichte toets die het niveau van beheersing van getalbegrip beoogt te meten en is niet gebonden aan een bepaalde rekenleergang of methodiek. De UGT-R bestaat uit twee parallelle vormen (vorm A en vorm B) en bevat 45 items met gelijke weging die evenredig verdeeld zijn over negen onderdelen, namelijk vergelijken, hoeveelheden koppelen (classificeren), één op één correspondentie, ordenen, telwoorden gebruiken, synchroon en verkort tellen, resultaatief tellen, toepassen van kennis van getallen en schatten. Er is gebruik gemaakt van een gedigitaliseerde versie van de UGT-R, alleen het onderdeel schatten is door middel van een papieren versie nagegaan. De COTAN heeft de betrouwbaarheid en de begripsvaliditeit van de UGT-R als voldoende respectievelijk onvoldoende¹ beoordeeld (Evers, Braak, Frima & Van Vliet-Mulder, 2009).

Verbaal Geheugen

Het verbaal korte termijn- en werkgeheugen van de kinderen is nagegaan door middel van een tweetal computertaken. De taken zijn gebaseerd op onderdelen van de Automated Working Memory Assessment (AWMA) van Alloway (2007) en zijn aan de hand van een

¹ Er heeft te weinig onderzoek plaatsgevonden.

gestandaardiseerde instructie aangeboden. De kinderen kregen de mogelijkheid om de taak te oefenen, waarbij door de onderzoeker feedback gegeven kon worden. De AWMA biedt een gemakkelijke en effectieve methode voor het in kaart brengen van het werkgeheugen (Alloway, Gathercole, Kirkwood & Elliott, 2008).

Verbaal werkgeheugen met weinig executieve controle.

Het niveau van het verbaal werkgeheugen met weinig executieve controle is nagegaan door middel van de taak 'word recall forwards'. De taak bestaat uit een reeks woorden die het kind na moet zeggen. De taak begint met een reeks van 1 woord en loopt op in moeilijkheidsgraad tot een reeks van 5 woorden. Ieder woord moet correct en in de juiste volgorde gezegd worden. De onderzoeker registreert direct of er sprake is van een correct of incorrect antwoord. De taak breekt zichzelf af wanneer het kind drie foute antwoorden binnen een blok geeft. De taak is gebaseerd op het onderdeel 'word recall' van de AWMA. De bijbehorende test-hertest betrouwbaarheid is .76 voor kinderen in de leeftijd van 4.5 tot 11.5 jaar, hetgeen als goed beoordeeld kan worden (Alloway, Gathercole & Pickering, 2006).

Verbaal werkgeheugen met veel executieve controle.

Het niveau van het verbaal werkgeheugen met veel executieve controle is vastgesteld door middel van de taak 'word recall backwards'. De taak bestaat uit een reeks woorden die het kind in omgekeerde volgorde na moet zeggen. De taak begint met een reeks van 2 woorden en loopt op in moeilijkheidsgraad tot een reeks van 7 woorden. Ieder woord moet correct en in de juiste volgorde gezegd worden. De onderzoeker registreert direct of er sprake is van een correct of incorrect antwoord. De taak breekt zichzelf af wanneer het kind drie foute antwoorden binnen een blok geeft. De taak is gebaseerd op het onderdeel 'backward digit recall' van de AWMA. De bijbehorende test-hertest betrouwbaarheid is .64 voor kinderen in de leeftijd van 4.5 tot 11.5 jaar, hetgeen als voldoende beoordeeld kan worden (Alloway et al., 2006).

Statistische Analyses

Voor de analyses in dit onderzoek is gebruik gemaakt van SPSS. Voorafgaand aan de statistische analyses is gecontroleerd of er aan de noodzakelijke voorwaarden is voldaan. Voor alle uitgevoerde toetsen geldt een alpha van .05 en een betrouwbaarheidsinterval van 95%. De relatie tussen getalbegrip en sekse wordt in kaart gebracht middels een onafhankelijke t-toets (tweezijdige toetsing), dit geldt eveneens voor de relatie tussen de

fonologische lus en sekse. De effectgrootte d wordt beoordeeld aan de hand van de volgende criteria: .2 (klein), .5 (gemiddeld) en .8 (groot). Om de samenhang tussen de fonologische lus en het getalbegrip te beoordelen is gebruik gemaakt van een correlatieanalyse. De effectgrootte r wordt beoordeeld aan de hand van de volgende criteria: .10 (klein), .30 (matig) en .50 (groot; Cohen, 1988). De voorspellende waarde van de fonologische lus ten opzichte van het getalbegrip is vervolgens onderzocht middels een multiple regressieanalyse. Als laatste is een moderatieanalyse uitgevoerd om na te gegaan of het verband tussen de fonologische lus en het getalbegrip anders is voor jongens en meisjes. Hierbij zijn de waarden van de interactie-effecten gecentreerd om eventuele multicollineariteit te voorkomen. De effectgrootte R^2 wordt beoordeeld aan de hand van de volgende criteria: .02 (klein), .13 (matig) en .26 (groot; Cohen, 1988).

Resultaten

Beschrijvende Statistieken

Van de 192 kinderen in het onderzoek ontbreekt er van enkele kinderen data. De missende scores zijn hoofdzakelijk het gevolg van het feit dat bij deze kinderen een onderdeel van de verschillende testen niet is afgenomen, waardoor de totaalscore voor deze kinderen niet berekend kon worden². In Tabel 1 zijn de beschrijvende statistieken van de kinderen op de drie taken weergegeven. Hogere scores op de taken indiceren een beter getalbegrip en verbaal werkgeheugen (met weinig respectievelijk veel executieve controle).

Tabel 1. *Beschrijvende statistieken van de drie taken*

Onderdeel	Taak	N	Minimum	Maximum	M	SD
Getalbegrip	UGT-R	143	11	41	23.36	6.65
Verbaal werkgeheugen	Word Recall Forwards	182	6	18	12.66	2.11
	Word Recall Backwards	181	0	9	3.70	1.77

Noot. De scores op de taken geven het aantal correcte antwoorden weer. Hogere scores op de taken representeren een beter getalbegrip en verbaal werkgeheugen (met weinig respectievelijk veel executieve controle).

Getalbegrip, de Fonologische Lus en Sekse

Allereerst is de relatie tussen het getalbegrip en sekse in kaart gebracht. Om deze vraag te beantwoorden is gebruik gemaakt van de scores van de kinderen op de UGT-R. Uit de analyse blijkt dat meisjes ($M = 23.62$; $SD = 6.38$) gemiddeld hoger scoren dan jongens ($M = 23.12$;

² Missende data op de UGT-R: 49 kinderen; Word Recall Forwards: 11; Word Recall Backwards: 12.

$SD = 6.91$), dit verschil is echter niet significant ($t = -.45$; $df = 141$; $p = .66$). Vervolgens is gekeken naar de relatie tussen de fonologische lus en sekse. Wat betreft het verbale geheugen met weinig executieve controle blijkt dat jongens ($M = 12.70$; $SD = 2.18$) gemiddeld hoger scoren dan meisjes ($M = 12.62$; $SD = 2.04$), dit verschil is echter niet significant ($t = .26$; $df = 180$; $p = .8$). Wat betreft het verbale geheugen met veel executieve controle blijkt dat jongens ($M = 3.71$; $SD = 1.72$) gemiddeld wederom hoger scoren dan meisjes ($M = 3.70$; $SD = 1.84$), dit verschil is echter ook niet significant ($t = .03$; $df = 179$; $p = .98$).

Fonologische Lus en Getalbegrip

Vervolgens is de relatie tussen de fonologische lus en het getalbegrip in kaart gebracht. Daarbij is gekeken of het getalbegrip bij kleuters voorspeld kan worden door het verbale werkgeheugen. Aangezien leeftijd een belangrijke rol speelt in de ontwikkeling van zowel de fonologische lus als getalbegrip, is besloten hiervoor te corrigeren. Om de vragen te beantwoorden is gebruik gemaakt van de scores van de kinderen op de verbale werkgeheugentaken en de UGT-R. De correlaties tussen Word Recall Forwards ($r = .35$; $p < .01$) en Word Recall Backwards ($r = .41$; $p < .01$) en de UGT-R zijn significant en duiden op een matige positieve samenhang (zie Tabel 2). Voor het voorspellen van het getalbegrip is een hiërarchische multiële regressie uitgevoerd, waarbij in eerste instantie het getalbegrip voorspeld is op basis van de leeftijd van de kinderen bij aanvang van het onderzoek. Er is een significant verband gevonden tussen de leeftijd van de kinderen bij aanvang van het onderzoek en de UGT-R ($r = .19$; $p < .05$). Vervolgens zijn aan dit model de (voorspellende) verbale werkgeheugentaken toegevoegd. De verklaarde variantie (R^2) met de verbale werkgeheugentaken op de UGT-R blijkt significant ($F(3,138) = 14.791$; $p < .01$) en kan als matig worden aangemerkt. Op basis van leeftijd en de scores op de verbale werkgeheugentaken kan 24% van de variantie in de scores op de UGT-R worden verklaard. Wanneer gekeken wordt naar de twee verbale werkgeheugentaken blijkt dat zowel Word Recall Forwards ($t = 3.35$; $p < .01$) als Word Recall Backwards ($t = 4.07$; $p < .01$) een significante voorspeller van getalbegrip is. Word Recall Backwards komt als de beste voorspeller van de UGT-R naar voren ($\beta = .32$) gevolgd door Word Recall Forwards ($\beta = .26$) (zie Tabel 3).

Tabel 2. Pearson's rangcorrelatie tussen het verbaal werkgeheugen en getalbegrip

	UGT-R	Word Recall Forwards	Word Recall Backwards	Leeftijd in maanden
UGT-R	-	.35*	.41*	.19*
Word Recall Forwards		-	.27*	.04
Word Recall Backwards			-	.20*
Leeftijd in maanden				-

Noot. Waarden met een asterisk (*) geven aan dat er sprake is van een significante correlatie ($p < .05$)

Tabel 3. Hiërarchische multiële regressieanalyse leeftijd en fonologische lus op getalbegrip

	B	Standaardfout B	Bèta
Stap 1			
Intercept	5.16	7.83	
Leeftijd in jaren	.26	.11	.19
Stap 2			
Intercept	-2.69	7.63	
Leeftijd in jaren	.16	.10	.12
Word Recall Forwards	.85	.25	.26*
Word Recall Backwards	1.17	.28	.32*

Noot. $R^2 = .03$ voor stap 1; $\Delta R^2 = .21$ voor stap 2 ($p < .05$). * $p < .01$.

Sekseverschillen in het Verband tussen de Fonologische Lus en Getalbegrip

De laatste onderzoeksvraag ging na of het verband tussen de fonologische lus en getalbegrip anders is voor jongens en meisjes. Om deze vraag te beantwoorden is gebruik gemaakt van de scores van de kinderen op de verbale werkgeheugentaken en de UGT-R. Zowel de waarden van de verbale geheugentaken als die van sekse zijn gecentreerd om eventuele problemen met multicollineariteit te voorkomen. Naar verwachting blijkt het model met enkel de gecentreerde hoofdeffecten significant ($F(3,138) = 13.73$; $p < .01$). Vervolgens zijn de interactie-effecten aan het model toegevoegd en deze is ook significant ($F(5,136) = 8.37$; $p < .01$). De toevoeging van de interactie-effecten zorgt echter niet voor significante toename van de verklaarde variantie ($\Delta R^2 = .01$; $p = .63$), hetgeen betekent dat de effecten in dit model niet geïnterpreteerd mogen worden.

Conclusie en Discussie

Ondanks dat kinderen met een zwak werkgeheugen een verhoogd risico hebben op het ontwikkelen van rekenproblemen, is de rol van de diverse werkgeheugencomponenten bij het rekenen nog onduidelijk (Stock et al., 2009; Meyer et al., 2010). In het algemeen blijken

kinderen met rekenproblemen slechter te presteren op metingen van de fonologische lus, hetgeen zou kunnen betekenen dat de fonologische lus belangrijk is voor de verwerving van rekenfeiten. Recent onderzoek is echter inconsistent wat betreft de voorspellende waarde van de fonologische lus voor de rekenvaardigheden. Dit onderzoek heeft zich daarom gericht op de relatie tussen de fonologische lus en getalbegrip. In dit gedeelte zullen de belangrijkste bevindingen van dit onderzoek worden besproken, gerelateerd aan de onderzoeksvraag en de gestelde verwachtingen. Tevens zullen de beperkingen van deze studie en adviezen voor toekomstig onderzoek worden aangeduid.

Allereerst is de relatie tussen getalbegrip en sekse in kaart gebracht. Uit het onderzoek komt naar voren dat er geen significant verschil wordt gevonden tussen jongens en meisjes wat betreft de voorbereidende rekenvaardigheid, wat overeenkomt met eerder onderzoek (Guzmán et al., 2010; Hyde, 2008). Echter, diverse andere onderzoeken vonden wel een betere prestatie van jongens op getalbegrip in vergelijking met meisjes (Rosselli et al., 2009; Royer et al., 2008). Een mogelijke verklaring hiervoor is dat deze onderzoeken andere leeftijdscategorieën hebben gebruikt, voornamelijk van zeven jaar tot en met tien jaar. Het onderzoek van Willingham en Cole (1997) toont daarnaast aan dat jongens significant betere rekenprestaties behalen dan meisjes, naarmate zij ouder worden. De kinderen in dit onderzoek waren gemiddeld 5 jaar en 8 maanden, wat mogelijk kan verklaren dat er geen verschil gevonden is in het niveau van getalbegrip tussen jongens en meisjes. Leeftijd lijkt hier aldus een belangrijke rol te spelen. Daarbij is de relatie tussen de fonologische lus en sekse onderzocht. Wederom is er geen significant verschil gevonden tussen jongens en meisjes, wat op basis van voorgaand onderzoek wel werd verwacht (Duff & Hampson, 2001). Een mogelijke verklaring hiervoor is eveneens het gebruik van verschillende leeftijdscategorieën. Duff en Hampson (2001) onderzochten studenten van 18 tot 25 jaar in tegenstelling tot een gemiddelde leeftijd van 5 jaar en 8 maanden in dit onderzoek. Shebani en collega's (2005) vonden eveneens geen verschillen tussen jongens en meisjes bij een leeftijdsgroep van acht- tot negenjarige kinderen. Het lijkt er op dat er op jonge leeftijd nog geen verschillen zijn waar te nemen tussen jongens en meisjes wat betreft het getalbegrip en de fonologische lus. Naarmate kinderen ouder worden lijken deze verschillen echter wel waar te nemen. Het is belangrijk dat vervolgonderzoek zich richt op deze verschillen in sekse en op welke leeftijd deze een rol gaan spelen, zodat men hier rekening mee kan houden bij de signalering van problemen in de rekenvaardigheden.

Een ander doel van dit onderzoek was om de relatie tussen de fonologische lus en het getalbegrip in kaart te brengen. Daarnaast werd nagegaan of het niveau van getalbegrip bij

kleuters voorspeld kan worden aan de hand van het niveau van de fonologische lus. Eerdere onderzoeken vonden inconsistente resultaten. Zo blijkt uit diverse onderzoeken dat de fonologische lus een unieke voorspeller is voor rekenprestaties bij basisschoolkinderen (Gathercole & Pickering, 2000; Noël, Seron & Trovarelli, 2004), terwijl andere onderzoeken deze relatie niet vinden (Hecht et al., 2001; Holmes & Adams, 2006). In overeenkomst met het onderzoek van Simmons, Singleton en Horne (2008), is er in dit onderzoek een significante positieve relatie gevonden tussen het functioneren van de fonologische lus, met respectievelijk weinig en veel executieve controle, en het niveau in getalbegrip, wat op basis van voorgaand onderzoek ook werd verwacht. Wanneer gecontroleerd wordt voor leeftijd blijkt de fonologische lus een matige toegevoegde waarde te hebben in het voorspellen van getalbegrip bij kleuters in groep 2. Hierbij blijkt voornamelijk de fonologische lus met veel executieve controle een goede voorspeller te zijn van getalbegrip. Er moet echter opgemerkt worden dat dit geen causaal verband impliceert, hier zal toekomstig onderzoek zich dan ook op moeten richten. Dat er in dit onderzoek wel een significante relatie gevonden wordt tussen het niveau in getalbegrip en het niveau in de fonologische lus, komt mogelijk door het gebruik van andere operationalisaties van de gehanteerde begrippen. Daarnaast zijn er andere instrumenten gebruikt voor de metingen van het getalbegrip en de fonologische lus in vergelijking met andere onderzoeken. Daarbij hebben deze onderzoeken zich op andere leeftijdscategorieën gericht. Aangezien er onduidelijkheid bestaat over de precieze rol van het verbale werkgeheugencomponenten bij het voorbereidend rekenen en of de bijdrage van de verbale werkgeheugencomponenten verandert naarmate de kinderen ouder worden, lijkt toekomstig longitudinaal onderzoek op dit gebied geïndiceerd. Daarnaast is het belangrijk om ook jonge kinderen in het onderzoek te betrekken en eenduidige instrumenten en operationalisaties te gebruiken.

Als laatste is onderzocht of het verband tussen de fonologische lus en het getalbegrip verschillend is voor jongens en meisjes. Er heeft tot op heden geen onderzoek plaatsgevonden dat zich heeft gericht op deze leeftijdscategorie en het voorbereidend rekenen, maar op basis van voorgaand onderzoek met betrekking tot de fonologische lus werd verwacht dat het verband sterker is voor meisjes (Duff & Hampel, 2001). Uit het onderzoek komt echter naar voren dat er geen verschil bestaat tussen jongens en meisjes wat betreft de relatie tussen de fonologische lus en getalbegrip. Een mogelijke verklaring hiervoor is wederom de leeftijd van de deelnemende rekenzwakke kinderen. Wellicht spelen verschillen in sekse pas een rol naarmate de fonologische lus en het getalbegrip zich verder ontwikkeld heeft. Toekomstig onderzoek op dit gebied is geïndiceerd.

Bovenstaande conclusies dienen geïnterpreteerd te worden met het oog op een aantal beperkingen van het onderzoek. Een kanttekening die gemaakt kan worden is het feit dat de onderzoeksinstrumenten zijn afgenomen door diverse onderzoekers. Er heeft vooraf geen training plaatsgevonden in het uitvoeren en afnemen van dergelijke materialen, wat mogelijk van invloed is geweest op de betrouwbaarheid en validiteit van de resultaten. Het is daarom aanbevolen dat bij toekomstig en/of vervolgonderzoek gebruik gemaakt wordt van getrainde onderzoekers.

Een andere kanttekening die geplaatst kan worden is de methode die gehanteerd is voor het selecteren van de rekenzwakke kinderen. De rekenzwakke kinderen werden middels reeds beschikbare testgegevens uit het leerlingvolgsysteem gekozen, indien deze niet beschikbaar waren, volstond het oordeel van de groepsleerkracht ten aanzien van de rekenvaardigheden. Doordat er gebruik gemaakt is van diverse criteria is het mogelijk dat ook kinderen die eigenlijk niet als ‘rekenzwak’ gekenmerkt kunnen worden in de onderzoeksgroep zijn opgenomen. Het is van belang strenge en duidelijke selectiecriteria te hanteren in toekomstig en/of vervolgonderzoek.

Tevens kan opgemerkt worden dat er in dit onderzoek enkel twee taken zijn afgenomen voor de verbale werkgeheugencomponenten met respectievelijk weinig en veel executieve controle. Aanbevolen wordt meerdere taken te gebruiken voor het meten van de diverse verbale werkgeheugencomponenten (fonologische lus), hetgeen zorgt voor een meer betrouwbare en valide onderbouwing van de onderzoeksresultaten. Als laatste kan gesteld worden dat toekomstig en/of vervolgonderzoek longitudinaal zou moeten zijn, zodat de ontwikkeling van de kinderen wat betreft de relatie tussen de fonologische lus en getalbegrip in kaart gebracht kan worden.

Concluderend kan worden gezegd dat niet alle verwachtingen die voorafgaand aan het onderzoek opgesteld zijn, bevestigd zijn. De relatie tussen de fonologische lus met zowel weinig als veel executieve controle met getalbegrip is in het onderzoek bevestigd. Echter, sekse lijkt hierbij op jonge leeftijd geen rol van betekenis te spelen. De bevindingen uit het onderzoek kunnen meer inzicht geven in de relatie tussen de fonologische lus en het getalbegrip en mogelijke verschillen in sekse en bieden aanknopingspunten voor toekomstig onderzoek.

Referentielijst

Allaway, T. P. (2007). *Automated Working Memory Assessment (AWMA)*. London: Pearson Assessment.

- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Kirkwood, H., & Elliott, J. (2008). Evaluating the validity of the Automated Working Memory Assessment. *School of Education, 28*, 725-734.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2006). Verbal and visuospatial short-term and working memory in children: are they separable? *Child Development, 77*, 1698-1716.
- Anderson, J. R., Reder, L. M., & Lebiere, C. (1996). Working memory: Activation limitations on retrieval. *Cognitive Psychology, 30*, 221–256.
- Aunio, P., Hautamäki, J., & Van Luit, J. E. H. (2005). Mathematical thinking intervention programmes for preschool children with normal and low number sense. *European Journal of Special Needs Education, 20*, 131-146.
- 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.
- Baddeley, A. D. (1996). Exploring the central executive. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 49*, 5–28.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences, 4* (11), 417-423.
- Baddeley, A.D. and Hitch, G.J. (1974) Working memory. In *The Psychology of Learning and Motivation* (Bower, G.A., ed.), pp. 47–89, Academic Press.
- Baddeley, A. D., & Logie, R. H. (1999). The multiple-component model. In Swanson, H. L., & Sachse-Lee, C. (2001). Mathematical problem solving and working memory in children with learning disabilities: both executive and phonological processes are important. *Journal of Experimental Child Psychology 79*, 294–321.
- Berch, B. B. (2005). Making sense of number sense. Implications for children with mathematical disabilities. *Journal of learning disabilities, 38* (4), 333-339.
- Bull, R., & Johnston, R. S. (1997). Children's arithmetical difficulties: Contributions from processing speed, item identification and short-term memory. *Journal of Experimental Child Psychology, 65*, 1–24.
- Chong, S. L., & Siegler, L. (2008). Stability of computational deficits in math learning disability from second through fifth grades. *Developmental Neuropsychology, 33*, 300-317.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioural sciences* (2nd ed). Hillsdale , NJ: Erlbaum.
- De Smedt, B., Janssen, R., Bouwens, K., Verschaffel, L., Boets, B., & Ghesquière, P. (2009).

- Working memory and individual differences in mathematics achievement: A longitudinal study from first grade to second grade. *Journal of Experimental Child Psychology*, *103*, 186-201.
- Dehaene, S., & Cohen, L. (1997). Cerebral pathways for calculation: Double dissociation between rote verbal and quantitative knowledge of arithmetic. *Cortex*, *33*, 219–250.
- Dehaene, S., Spelke, L., Pinel, P., Stanescu, R., & Tsivkin, S. (1999). Sources of mathematical thinking: Behavioral and brain-imaging evidence. *Science*, *284*, 970–974.
- Duff, S. J., & Hampson, E. (2001). A sex difference on a novel spatial working memory task in humans. *Brain and Cognition*, *47*, 470-493.
- Evers, A., Braak, M.S.L., Frima, R.M., & Van Vliet-Mulder, J.C. (2009). *COTAN Documentatie*. Amsterdam: Boom test uitgevers.
- Felton, R. H., & Brown, I. S. (1990). Phonological processes as predictors of specific reading skills in children at risk for reading failure. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, *2*, 39-59.
- Fürst, A. J., & Hitch, G. J. (2000). Separate roles for executive and phonological components of working memory in mental arithmetic. *Memory & Cognition*, *28*, 774–782.
- Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2000). Working memory deficits in children with low achievements in the national curriculum at 7 years of age. *British Journal of Educational Psychology*, *70*, 177–194.
- Geary, D. C. (1993). Mathematical disabilities: Cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Psychological Bulletin*, *114*, 345–362.
- Gersten, R., Jordan, N. C., & Flojo, J. R. (2005). Early identification and interventions for students with mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, *38*, 293-304.
- Guzmán, N. J. I., Villagran, A. M., Sedeño, G. M., Jiménez, M. I., Consejero, E. M., & Cuevas, A. C. (2010). Early math skills differences in 4-8 year old boys and girls. *Revista Espanola de Pedagogia*, *68*, 85-98.
- Healy, A. F., & Nairne, J. S. (1985). Short-term memory processes in counting. *Cognitive Psychology*, *17*, 414–444.
- Hecht, S. A., Torgesen, J. K., Wagner, R. K., & Rashotte, C. A. (2001). The relations between phonological processing abilities and emerging individual differences in mathematical computation skills: a longitudinal study from second to fifth grades. *Journal of Experimental Child Psychology*, *79*, 192-227.
- Holmes, J., & Adams, J. (2006). Working memory and children’s mathematical skills:

- implications for mathematical development and mathematics curricula. *Educational Psychology*, 26, 339-366.
- Holmes, J., Adams, J. W., & Hamilton, C. J. (2008). The relationship between visuospatial sketchpad capacity and children's mathematical skills. *European Journal of Cognitive Psychology*, 20, 272-289.
- Hyde, J. S. (2005). The gender similarities hypothesis. *American Psychologist*, 60, 581-592.
- Hyde, J. S., Lindberg, S. M., Linn, M. C., Ellis, A. B., & Williams, C. C. (2008). Gender similarities characterize math performance. *Science*, 321, 494-495.
- Hyde, J. S., Fennema, E., & Lamon, S. J. (1990). Gender differences in mathematics performance: a meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 107, 139-155.
- LeBlanc, M. D., & Weber-Russell, S. (1996). Text integration and mathematical connections: A computer model of arithmetic word problem solving. *Cognitive Science*, 20, 357-407.
- Meyer, M.L., Salimpoor, V.N., Wu, S.S., Geary, D.C., & Menon, V. (2010). Differential contribution of specific working memory components to mathematics achievement in 2nd and 3rd graders. *Learning and Individual Differences*, 20, 101-109.
- Morgan, P. L., Farkas, G., & Wu, Q. (2009). Five-year growth trajectories of kindergarten children with learning difficulties in mathematics. *Journal of Learning Disabilities*, 42, 306-321.
- Moura, S. R. S., Mezzomo, C. L., & Cielo, C. A. (2009). Phonemic awareness stimulation and its effects regarding the variable gender. *Pro-Fono*, 21, 51-56.
- Noël, M. P., Seron, X., & Trovarelli, F. (2004). Working memory as a predictor of addition skills and addition strategies in children. *Current Psychology of Cognition*, 22, 3-25.
- Rasmussen, C., & Bisanz, J. (2005). Representation and working memory in early arithmetic. *Journal of Experimental Child Psychology*, 91, 137-157.
- Rivera, D. P. (1997). Mathematics education and students with learning disabilities: Introduction to the special series. *Journal of Learning Disabilities*, 30 (1), 2-19.
- Rosselli, M., Ardila, A., Matute, E., Inzoemtseva, O. (2009). Gender differences and cognitive correlates of mathematical skills in school-aged children. *Child neuropsychology*, 15, 216-231.
- Rouselle, L., & Noël, M. P. (2007) Basic numerical skills in children with mathematics learning disabilities: A comparison of symbolic vs non-symbolic number magnitude processing. *Cognition*, 102, 361-395.
- Royer, J. M., Tronsky, L. N., Chan, Y., Jackson, S. J., & Marchant, H. (1999). Math-fact

- retrieval as the cognitive mechanism underlying gender differences in math test Performance. *Contemporary Educational Psychology*, 24, 181-266.
- Ruijsenaars, A. J. J. M., Minnaert, A., & Ghesquière, P. (2008). *Handboek klinische ontwikkelingspsychologie. Over aanleg, omgeving en verandering*. Houten: Bohn Stafleu van Loghum.
- Ruijsenaars, A. J. J. M., Van Luit, J. E. H., & Van Lieshout, E. C. D. M. (2006). *Rekenproblemen en dyscalculie*. Rotterdam: Lemniscaat.
- Rudner, M., & Rönnerberg, J. (2008). The role of the episodic buffer in working memory for language processing. *Cognitive Processing*, 1, 19-28.
- Shebani, M. F. A., Van de Vijer, F. J. R., & Poortinga, Y. H. (2005). A strict test of the phonological loop hypothesis with Libyan data. *Memory & Cognition*, 33, 96-202.
- Siegler, R. S. (2009). Improving the numerical understanding of children from low-income families. *Child Development Perspectives*, 3, 118-124.
- Siegler, R. S., & Jenkins, E. (1989). How children discover new strategies. Hillsdale, NJ: Erlbaum. In Holmes, J., & Adams, J. (2006). Working memory and children's mathematical skills: implications for mathematical development and mathematics curricula. *Educational Psychology*, 26, 339-366.
- Simmons, F., Singleton, C., & Horne, J. (2008). Brief report: phonological awareness and visual-spatial sketchpad functioning predict early arithmetic attainment: Evidence from a longitudinal study. *European Journal of Cognitive Psychology*, 20, 711-722.
- Stanovich, K. E., Cunningham, A. E., & Cramer, B. B. (1984). Assessing phonological awareness in kindergarten children: issues of task comparability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 38, 175-190.
- Stock, P., Desoete, A., & Roeyers, H. (2009). Detecting children with arithmetic disabilities from kindergarten: Evidence from a 3-year longitudinal study on the role of preparatory arithmetic abilities. *Journal of Learning Disabilities*, 43, 250-268.
- Swanson, H. L., & Beebe-Frankenberger, M. B. (2004). The Relationship Between Working Memory and Mathematical Problem Solving in Children at Risk and Not at Risk for Serious Math Difficulties. *Journal of Educational Psychology*, 96, 471-491.
- Swanson, H. L., Cooney, J. B., & Brock, S. (1993). The influence of working memory and classification ability on children's word problem solution. *Journal of Experimental Child Psychology*, 55, 374-395.
- Swanson, H. L., & Kim, K. (2007). Working memory, short-term memory, and naming speed as predictors of children's mathematical performance. *Intelligence*, 35, 151-168.

- Swanson, H.L., & Ransby, M. (1994). The study of cognitive processes in learning disabled students. In: S. Vaughn & C. Bos (Eds), *Research Issues in Learning Disabilities: Theory, Methodology, Assessment, and Ethics* (pp. 246–275). New York: Springer-Verlag.
- Swanson, H. L., & Sachse-Lee, C. (2001). Mathematical problem solving and working memory in children with learning disabilities: both executive and phonological processes are important. *Journal of Experimental Child Psychology* 79, 294–321.
- Torbeyns, J., Van den Noortgate, W., Ghesquière, P., Verschaffel, L., Van de Rijt, B. A.M., Van de, & Van Luit, J. E.H. (2002). Development of early numeracy in 5- to 7-year-old children: a comparison between Flanders and the Netherlands. *Educational Research & Evaluation*, 8, 249-267.
- Van de Rijt, B. A. M., & Van Luit, J. E. H. (1999). Milestones in the development of infant numeracy. *Scandinavian Journal of Psychology*, 40, 65-71.
- Van Luit, J.E.H., & Schopman, E.A.M. (2000). Improving early numeracy of young children with special educational needs. *Remedial and special education*, 21 (1), 27-40.
- Van Luit, J.E.H., & Van de Rijt, B.A.M. (2009). *Handleiding Utrechtse Getalbegrip Toets-Revised*. Doetinchem: Graviant.
- Willingham, W. W., & Cole, N. S. (1997). *Gender and fair assessments*. Mahwah, NJ: Erlbaum.