

Werkgeheugen, inhibitie en benoemsnelheid bij kinderen met leerstoornissen

Dit artikel brengt verslag uit van een onderzoek naar werkgeheugen, inhibitie en benoemsnelheid bij kinderen met geïsoleerde leesstoornissen, met geïsoleerde rekenstoornissen en met beide stoornissen evenals bij typisch ontwikkelende kinderen. Uit de resultaten blijkt dat alle kinderen met leerstoornissen werkgeheugenproblemen vertonen in vergelijking met controlekinderen. Verder valt op dat kinderen met rekenstoornissen trager zijn in het benoemen van hoeveelheden dan kinderen zonder rekenstoornissen. Kinderen met leesstoornissen presteren dan weer minder sterk op maten van gedragsinhibitie, interferentiecontrole en benoemsnelheid in vergelijking met kinderen zonder leesstoornissen. De klinische implicaties voor diagnostiek en behandeling worden toegelicht.

■ Inleiding

Leerstoornissen omvatten zowel lees- als rekenstoornissen. Leesstoornissen (of dyslexie) beschouwen we als ernstige problemen met lees- en/of spellingvaardigheden, rekenstoornissen (of dyscalculie) als ernstige problemen met – bepaalde aspecten van – rekenvaardigheden (Landerl, Bevan &

Butterworth, 2004; Vellutino, Fletcher, Snowling & Scanlon, 2004).

In Vlaanderen en Nederland hantieren we drie criteria waaraan voldaan moet zijn alvorens we van leerstoornissen – en dus ook lees- of rekenstoornissen – spreken (Ghesquière, 2014; Vandermosten e.a., 2010). In de eerste plaats is er het ernstcriterium. Dit crite-

¹ Dr. Frauke De Weerdts maakte haar doctoraatsstudie over dit onderwerp aan de Onderzoeksgroep Ontwikkelingsstoornissen van de Universiteit Gent. Prof. dr. Annemie Desoete is hoogleraar bij de Vakgroep Experimenteel-Klinische en Gezondheidspsychologie van de Universiteit Gent. Ze is promotor van het Associatieonderzoekplatform typisch en atypisch leren van de Universiteit Gent, lector aan de Arteveldehogeschool en hoofdpromotor van ODC LEER+.

Contactadres: annemie.desoete@ugent.be

rium kan wellicht beschouwd worden als het meest voor de hand liggende, aangezien het inhoudt dat kinderen significant zwakker moeten presteren op een lees-, spelling- en/of rekentest dan je zou verwachten op basis van leeftijd en onderwijs. Een tweede criterium is het hardnekkigheidscriterium of criterium van de didactische resistentie. Dit stelt dat problemen persistent moeten zijn en dat kinderen hun achterstand niet mogen inhalen ondanks degelijke instructie (Fletcher, Francis, Morris & Lyon, 2005). Ten slotte is er het exclusiecriteria: problemen met schoolse vaardigheden (zoals lezen, spellen of rekenen) mogen niet volledig te verklaren zijn vanuit gedragsstoornissen, een verstandelijke of sensorische beperking.

Geschat wordt dat tussen de twee en vijftien procent van de bevolking de diagnose leerstoornissen krijgt (Beghi, Cornaggia, Frigeni & Beghi, 2006; Dirks, Spyer, van Lieshout & de Sonnevile, 2008). De prevalentie van leesstoornissen zou tussen de vijf en twaalf procent liggen (Schumacher, Hoffmann, Schmal, Schulte-Korne & Nothen, 2007), deze van rekenstoornissen tussen de drie en veertien procent (Barbarese, Katusic, Colligan, Weaver & Jacobsen, 2005; Geary, 2011; Rubinsten & Henik, 2009; Shalev, Manor & Gross-Tsur, 2005).

Onder comorbiditeit verstaan we het samen voorkomen van twee of meer stoornissen (Neale & Kendler, 1995).

Tussen de 3,4 (Badian, 1999) en 7,6 procent (Dirks e.a., 2008) van de bevolking zou zowel lees- als rekenstoornissen hebben. Deze comorbiditeit is hoger dan we op basis van toeval kunnen verwachten (Dirks e.a., 2008). We zouden dus kunnen veronderstellen dat lees- en rekenstoornissen mogelijk bepaalde onderliggende cognitieve deficits gemeen hebben met elkaar en dat deze elkaar zelfs deels overlappen (Pennington, 2006; Swanson, Jerman & Zheng, 2008). Zowel bij lees- als bij rekenstoornissen werd er evidentie gevonden voor problemen met het werkgeheugen (Geary, Hoard, Byrd-Craven, Nugent & Numtee, 2007; Savage, Lavers & Pillay, 2007), met de inhibitie (De Jong e.a., 2009; Zhang & Wu, 2011) en met de benoemsnelheid (McGrath e.a., 2011; Willburger, Fussenegger, Moll, Wood & Landerl, 2008). Er vonden echter nog maar weinig studies plaats die tegelijkertijd geïsoleerde lees-, geïsoleerde reken- en gecombineerde lees- en rekenstoornissen onderzochten. Bovendien blijken de onderzoeksresultaten bij geïsoleerde lees- of rekenstoornissen niet eenduidig te zijn.

■ Werkgeheugen

De meeste studies die werkgeheugen onderzoeken bij kinderen met leerstoornissen maken gebruik van het werkgeheugenmodel van Baddeley

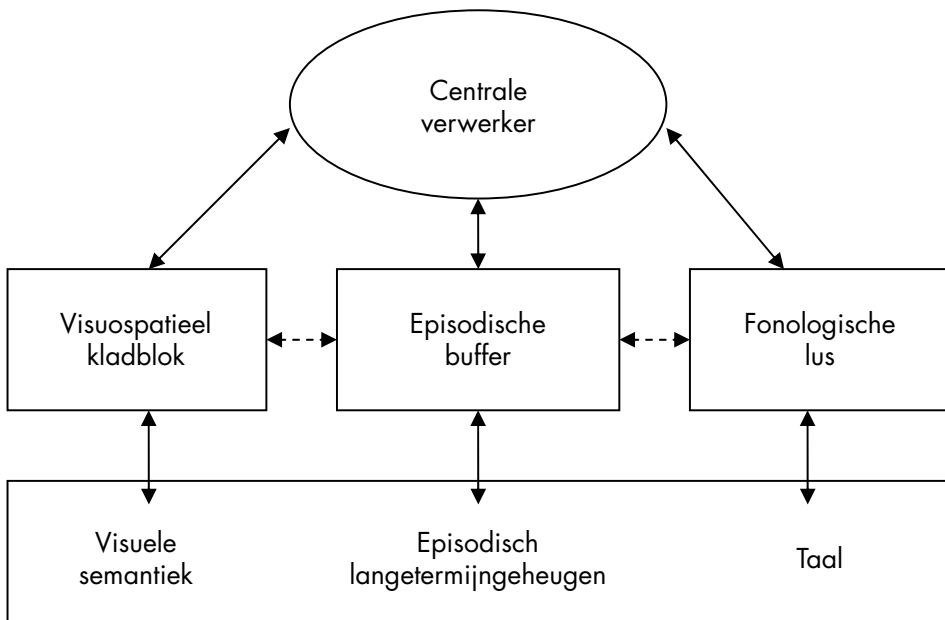
(1986; 2000; 2010). Het model stelt dat werkgeheugen gezien moet worden als een actief systeem dat complex cognitief gedrag reguleert (zie Figuur 1). Het centraal executief systeem (centrale verwerker) wordt beschouwd als een aandacht- en controlesysteem, verantwoordelijk voor de regulering van cognitieve processen, voor de verwerking van de informatie in het werkgeheugen en voor het controleren van de twee hulpsystemen, met name de fonologische lus en het visuospatieel kladblok (Baddeley, 2000; 2010; Repovs & Baddeley, 2006).

De fonologische lus staat in voor het tijdelijk opslaan en ophalen van

talige informatie (Baddeley, 2002), het visuospatieel kladblok is verantwoordelijk voor de opslag van visuele en spatiële informatie. Daarnaast is er ook een episodische buffer, die inmiddels ook bij kinderen aangetoond werd.

Studies die onderzoek deden naar de werkgeheugencapaciteiten van kinderen met leesstoornissen vonden terug dat deze groep kinderen minder goed presteerde op taken die de fonologische lus meten in vergelijking met de controlegroep (Kibby, Marks, Morgan & Long, 2004). Gelijkaardige verschillen werden teruggevonden met betrekking tot het centraal executief systeem (Beneventi, Tonnessen, Erslund

Figuur 1: Werkgeheugenmodel volgens Baddeley (2010)



& Hugdahl, 2010; Chiappe, Hasher & Siegel, 2000; Jeffries & Everatt, 2004; Siegel & Ryan, 1989). Er is echter nog maar weinig geweten over hoe kinderen met leesstoornissen presteren op maten voor het visuospatieel kladblok. Bevindingen hierover zijn ook inconsistent (Gathercole, Alloway, Willis & Adams, 2006; Kibby e.a., 2004). Dergelijke ambigue resultaten werden ook teruggevonden voor kinderen met rekenstoornissen. Hoewel er consensus bestaat over deficits in het centraal executief systeem bij kinderen met rekenstoornissen (Geary, 2011), zijn de resultaten over mogelijke deficits in de fonologische lus en het visuospatieel kladblok uiteenlopend (Passolunghi & Cornoldi, 2008).

Inhibitie

Nigg (2000) maakte in 2000 een onderscheid tussen interferentiecontrole en gedragsinhibitie. Interferentiecontrole kan gezien worden als de vaardigheid om bepaald gedrag te blijven stellen, ondanks de aanwezigheid van storende en afleidende stimuli die een andere respons uitlokken. Gedragsinhibitie is dan de capaciteit om een prepotente of dominante respons te onderdrukken, rekening houdend met veranderende prikkels in de omgeving. Bari en Robbins vulden in 2013 aan dat ook 'delay of gratification' en 'selectieve aandacht' een plaats krijgen op dezelfde hoogte als interferentiecontrole en gedragsinhibitie.

Net zoals bij werkgeheugen (De Weerd, Desoete & Roeyers, 2013a) het geval was, resulteerde ook onderzoek naar inhibitie (De Weerd, Desoete & Roeyers, 2013b) bij kinderen met lees- en rekenstoornissen in tegenstrijdige resultaten. Hoewel verscheidene studies naar leesstoornissen inderdaad deficits terugvonden (De Jong e.a., 2009; Purvis & Tannock, 2000; Van der Schoot, Licht, Horsley & Sergeant, 2000), waren er andere die geen verschil opmerkten tussen kinderen met leesstoornissen en controlekinderen (Schmid, Labuhn & Hasselhorn, 2011) of slechts voor één subtype inhibitie, bijvoorbeeld enkel voor interferentiecontrole, maar niet voor gedragsinhibitie (Reiter, Tucha & Lange, 2005). Ook bij kinderen met rekenstoornissen waren de bevindingen ambigu (Bull & Scerif, 2001; Censabella & Noel, 2008; Passolunghi, Marzocchi & Fiorillo, 2005; Zhang & Wu, 2011).

Benoemsnelheid

Benoemsnelheid kan gedefinieerd worden als de vaardigheid om snel een beperkt aantal serieel of geïsoleerd aangeboden en vaak voorkomende symbolen, voorwerpen of kleuren te herkennen en benoemen (Heikkilä, Narhi, Aro & Ahonen, 2009; McGrath e.a., 2011). Benoemsnelheid wordt vaak gemeten met de 'Snel Serieel Benoemtaak' (Denckla & Rudel, 1974).

Er bestaat algemene consensus over deficits in benoemsnelheid bij kinderen met leesstoornissen. Het is tot op heden echter nog niet duidelijk of kinderen met leesstoornissen enkel deficits in symbolische of alfanumerische benoemsnelheid vertonen (McGrath e.a., 2011; Van der Sluis, de Jong & van der Leij, 2004) of dat deze deficits meer algemeen en modaliteitoverstijgend zijn (Denckla & Rudel, 1976; Landerl e.a., 2004; Willburger e.a., 2008). Ook bij kinderen met rekenstoornissen is het nog niet duidelijk of een tragere benoemsnelheid louter gerelateerd is aan problemen met numerische stimuli (Van der Sluis e.a., 2004) of dat deze kinderen eerder in het algemeen te kampen hebben met een lagere benoemsnelheid over alle modaliteiten heen (Geary, 2011; Temple & Sherwood, 2002).

■ Methode en resultaten

De vier hieronder beschreven studies hadden plaats bij kinderen van lagere schoolleeftijd met een klinische diagnose leerstoornissen. De inclusiecriteria (ernst en hardnekkigheid van de lees-, spelling- en/of rekenproblematiek) werden in een vooronderzoek bevestigd. Het ging steeds om kinderen met een huistaal Nederlands en een minstens gemiddelde begaafdheid. De controlekinderen werden gematched op leeftijd. Het betrof de volgende studies: één naar werkgeheugen, twee

naar inhibitie en één naar benoemsnelheid. Alle studies werden goedgekeurd door het ethisch comité en alle ouders gaven toestemming voor het onderzoek.

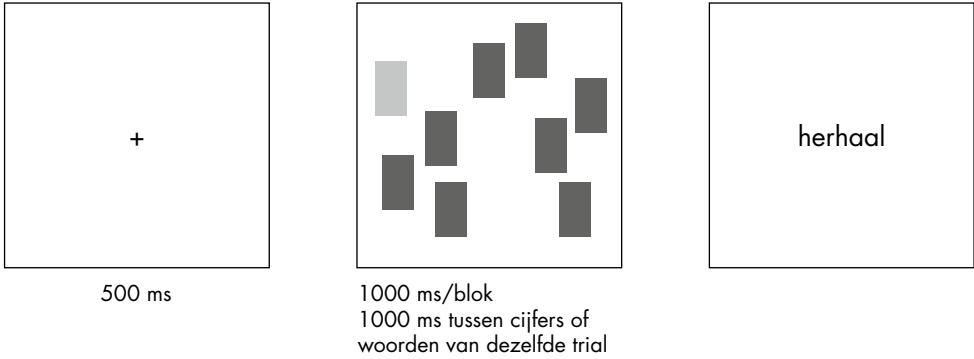
Studie I: onderzoek werkgeheugen

Om de componenten in het werkgeheugen van Baddeley (2002) na te gaan, werden in studie 1 verschillende computertaken afgenomen van de kinderen. Deze taken werden geprogrammeerd met Affect 4.0. 'Blokpatronen voorwaarts' werd gebruikt als maat voor het visuospatieel kladblok, 'Cijferen woordreeksen voorwaarts' voor de fonologische lus en 'Blokpatronen, cijfer- en woordreeksen achterwaarts', 'Spatiale span-taak' en 'Luisterreeksen' voor het centraal executief systeem (Desoete & De Weerd, 2013; De Weerd e.a., 2013a).

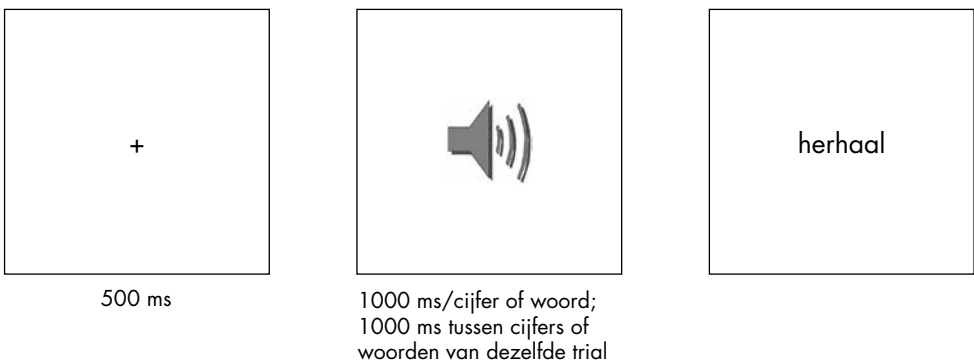
Visuospatieel kladblok

De Corsi span-taak (block recall, blokpatronen) werd gebruikt om het visuospatieel kladblok te onderzoeken. In deze taak krijgt het kind een scherm met negen blauwe blokken te zien waarvan sommige blokken oranje worden en daarna weer blauw. Het is de bedoeling dat het kind de gekleurde blokken bij een leeg bord in dezelfde volgorde aangeeft zoals het die daarvoor te zien kreeg, of net in omgekeerde volgorde bij de Corsi span-taak backwards (Pickering

Figuur 2: Corsi span-taak



Figuur 3: Cijfer- en woordreekstaken



& Gathercole, 2001). Figuur 2 geeft een visuele weergave van de Corsi span-taak.

seconde, moet het kind dit in dezelfde of omgekeerde volgorde nazeggen (Zie Figuur 3).

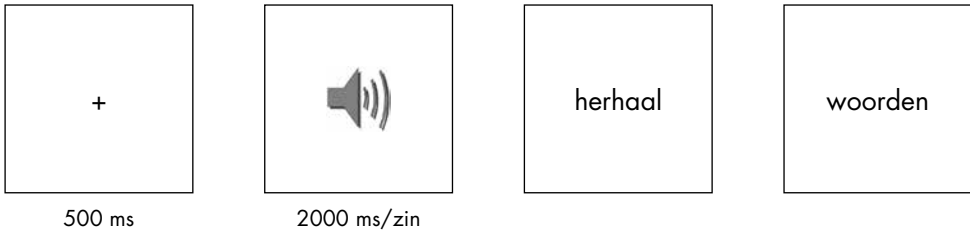
Fonologische lus

Centraal verwerkingsstelsel

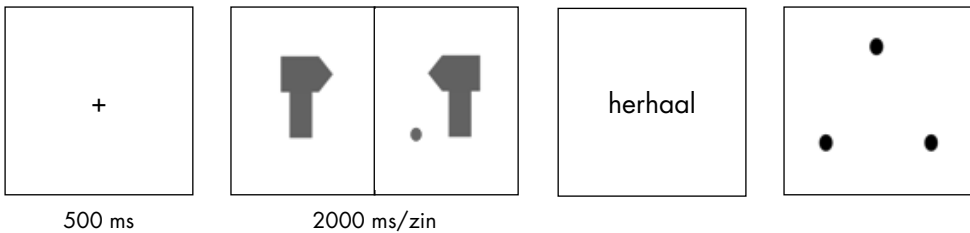
De fonologische lus werd onderzocht met 'Cijferreeksen en woordreeksen voorwaarts'. Nadat de woorden of cijfers (één tot negen) gezegd werden aan een tempo van één item per

Het centraal verwerkingsstelsel ten slotte werd nagegaan met 'Spatiale span-taak' en 'Luisterreeksen en spatiale span-taken'. Dit betreft steeds een combinatie van twee taken. Bij

Figuur 4: Luisterreeksen



Figuur 5: Spatiale span-taak



de luisterreeksen hoort het kind een realistische of een nonsens zin. Het moet eerst zeggen of de zinnen juist of fout waren (wanneer 'herhaal' op het scherm komt) en daarna moet het kind het laatste woord van de zin zo snel mogelijk herhalen (wanneer 'woorden' op het scherm verschijnt), dit telkens in de microfoon. Figuur 4 geeft een visuele weergave. Bij de spatiale span-taak moet het kind eerst aangeven of elke tekening hetzelfde dan wel het spiegelbeeld is door met de linker- of rechtermuisknop te klikken. Pas daarna moet het de volgorde van de stippen aangeven. Dit proces is visueel weergegeven in Figuur 5.

In deze cross-sectionele studie (voor meer informatie over studie 1, zie De

Weerd e.a., 2013a) werd nagegaan hoe gemiddeld begaafde kinderen met geïsoleerde leesstoornissen ($n = 17$), geïsoleerde rekenstoornissen ($n = 22$) of beide stoornissen ($n = 28$) het op alle werkgeheugencomponenten deden in vergelijking met controlekinderen zonder leerstoornissen ($n = 45$).

Uit de resultaten blijkt dat kinderen met geïsoleerde leesstoornissen, geïsoleerde rekenstoornissen of beide stoornissen het op alle werkgeheugencomponenten minder goed deden dan controlekinderen zonder leerstoornissen. Bovendien werd duidelijk dat het centraal executief systeem de beste voorspeller was van leerstoornissen. In overeenstemming met andere studies (Passolunghi & Siegel, 2004; Siegel

& Ryan, 1989; Swanson, Zheng & Jerman, 2009) blijkt dat werkgeheugen in het algemeen – en het centraal executief systeem in het bijzonder – van belang is bij leerstoornissen en tot op een bepaalde hoogte misschien ook wel belemmert dat kinderen met leerstoornissen adequate lees-, spel- of rekenvaardigheden ontwikkelen.

Opvallend is dat we er wel in slaagden om verschillen te vinden in werkgeheugenprestaties tussen de controlekinderen en kinderen met leerstoornissen, maar niet tussen de kinderen met verschillende soorten leerstoornissen onderling. Heel wat studies beschreven eerder de invloedrijke rol van werkgeheugen bij de ontwikkeling van lees- en rekenvaardigheden (Bull, Espy & Wiebe, 2008; Gathercole e.a., 2006). Bovendien lijkt werkgeheugen gerelateerd te zijn aan het verwer-

ven van schoolse vaardigheden in het algemeen, en dus niet aan het rekenen en/of lezen in het bijzonder (Gathercole e.a., 2006; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006).

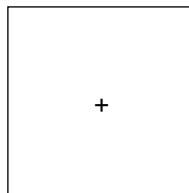
Studie 2 en 3: onderzoek inhibitie

De studies 2 en 3 onderzochten twee aspecten van inhibitie: interferentiecontrole en gedragsinhibitie.

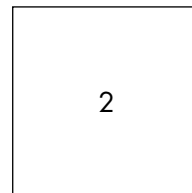
In studie 2 werd interferentiecontrole gemeten aan de hand van de 'Hoeveelheid Stroop' (Bull & Scerif, 2001) en de 'Kleur-woord Stroop' (Stroop, 1935) bij 31 kinderen met een leesstoornis, 28 kinderen met een rekenstoornis, 47 kinderen met zowel een reken- als leesstoornis en 55 controlekinderen. Zie Figuur 6 voor een visualisatie van de taken.

Figuur 6: Strooptaak

Baseline conditie (conditie 1):
Benoemselheid cijfers/kleurwoorden

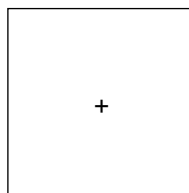


500 ms

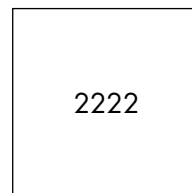


max. 5000 ms

Incongruente conditie (conditie 4)

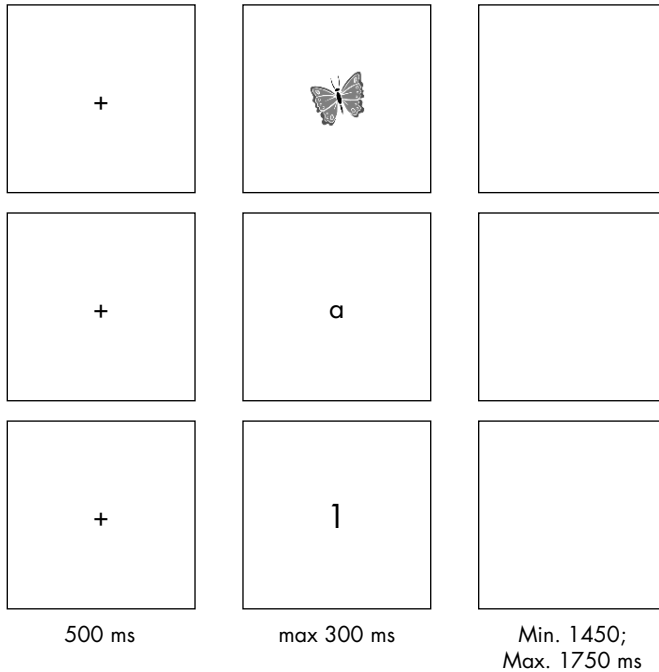


500 ms



max. 5000 ms

Figuur 7: Go/No Go-taak



Wij gingen bij deze kinderen ook de gedragsinhibitie na (zie Figuur 7) aan de hand van een Go/no go-taak in een prent-, een letter- en een cijfermodaliteit (voor meer informatie over deze studie zie Desoete & De Weerd, 2013; De Weerd et al., 2013b).

Uit de resultaten blijkt dat kinderen met leesstoornissen deficits vertoonden in gedragsinhibitie in vergelijking met kinderen zonder leesstoornissen (De Weerd et al., 2013b). Dit vinden we bijvoorbeeld ook bij De Jong en collega's (2009). Net zoals onder andere Van der Sluis en collega's (2004) vonden we echter terug dat kinderen met

leesstoornissen een normale interferentiecontrole hebben. In overeenstemming met bijvoorbeeld Censabella en Noël (2008) verschilden de prestaties van de kinderen met rekenstoornissen niet significant van de prestaties van de kinderen zonder rekenstoornissen op controletaken voor gedragsinhibitie en interferentiecontrole.

Studie 4: onderzoek benoemensnelheid

De benoemensnelheid voor cijfers, hoeveelheden, woorden en kleuren werd in een vierde studie gemeten bij kinderen met leesstoornissen ($n = 31$),

rekenstoornissen ($n = 28$) en gecombineerde leerstoornissen ($n = 47$). We vergeleken dit met de benoemsnelheid van leeftijdgenoten zonder leerproblemen ($n = 55$).

Uit de resultaten blijkt dat kinderen met leesstoornissen trager waren in het snel benoemen van cijfers, hoeveelheden, woorden en kleuren dan kinderen zonder leesstoornissen. Kinderen met rekenstoornissen leken echter alleen problemen te ervaren met het snel benoemen van hoeveelheden. Dit lijkt erop te wijzen dat kinderen met leesstoornissen algemene deficits hebben in benoemsnelheid (Shanahan e.a., 2006; Willburger e.a., 2008), terwijl kinderen met rekenstoornissen domeinspecifieke deficits hebben (Landerl e.a., 2004; Willburger e.a., 2008). Deze bevindingen zijn eveneens in overeenstemming met de studie van Heikkilä en collega's (2009), waaruit naar voor kwam dat er een sterkere band bestaat tussen deficits in benoemsnelheid en leesstoornissen dan tussen deficits in benoemsnelheid en leerstoornissen in het algemeen.

Domeinspecifieke versus modaliteitoverstijgende deficits

De resultaten (De Weerd e.a., 2013a; 2013b) tonen aan dat kinderen met leesstoornissen eerder modaliteitoverstijgende dan domeinspecifieke deficits lijken te hebben. Er kwam naar voor dat kinderen met leesstoornissen

op alle werkgeheugencomponenten minder goed presteerden dan controlekinderen. Bovendien hadden ze ook een tragere benoemsnelheid op alle afgenomen benoemsnelheidstaken in vergelijking met controlekinderen. Deze bevindingen zijn niet in overeenstemming met wat we eigenlijk zouden verwachten op basis van de fonologische deficittheorie (Snowling, 2001), die stelt dat kinderen met leesstoornissen hoofdzakelijk problemen ervaren met taken die een beroep doen op fonologische processen (Alonso-Bua, Diaz & Ferraces, 2006).

Bij kinderen met rekenstoornissen is de vraag of het om domeinspecifieke deficits gaat echter minder eenduidig te beantwoorden. We vonden terug dat kinderen met rekenstoornissen een lagere score haalden op alle werkgeheugencomponenten in vergelijking met controlekinderen (De Weerd e.a., 2013a). Ook de benoemsnelheid van hoeveelheden van kinderen met rekenstoornissen was lager dan deze van kinderen zonder rekenstoornissen. De data toonden verder aan dat kinderen met rekenstoornissen trager waren dan kinderen zonder rekenstoornissen op de letter- en de cijfermodaliteit van de go/no go-taak. Kinderen met rekenstoornissen lijken dus cognitieve deficits te hebben die gerelateerd zijn aan het verwerken van symbolische, numerische en visuospatieële informatie. Ondanks het feit dat sommige studies uitgaan van problemen met het verwerken van *numerosities* als een kerndefi-

cit bij rekenstoornissen (Butterworth, 1999, 2005; Dehaene, Piazza, Pinel & Cohen, 2003; Rousselle & Noel, 2007; Wilson & Dehaene, 2007), lijken onze resultaten erop te wijzen dat dit niet het volledige verhaal is. Net zoals bij leesstoornissen (Pennington e.a., 2012), vinden we eerder evidentie voor meerdere cognitieve deficits die aan de basis (kunnen) liggen van rekenstoornissen (Andersson & Ostergren, 2012; Geary, Hoard, Nugent & Bailey, 2012).

Op basis van onze bevindingen over werkgeheugen (De Weerd e.a., 2013a), inhibitie (De Weerd e.a., 2013b) en benoemsnelheid (De Weerd, 2012) lijken we verder te kunnen concluderen dat de problemen die kinderen met comorbide leerstoornissen ervaren de optelsom zijn van de problemen die kinderen met geïsoleerde lees- en rekenstoornissen hebben (Van der Sluis e.a., 2004; Willburger e.a., 2008). De problemen van deze geïsoleerde lees- en rekenstoornissen moeten o.i. eerder onafhankelijk van elkaar bekeken worden. Er werden significante interactie-effecten gevonden tussen de lees- en rekenstoornissen en spelling, rekenfeiten en hoofdrekenen.

■ Implicaties

Doorheen de vier gevoerde studies kwam naar voor dat heel wat kinderen

met leesstoornissen ook problemen ervaren met rekenen en vice versa. In overeenstemming met deze resultaten vond Shalev (2004) dat kinderen die reeds ernstige problemen ervaren met een bepaalde schoolse vaardigheid vier tot vijf keer meer kans maken om ook op andere schoolse terreinen deficits te vertonen. Het lijkt ons dan ook aangewezen om tijdens de diagnosestelling van leerstoornissen steeds lees-, spelling- en rekentests af te nemen.

Daarnaast vonden we ook evidentie terug voor verschillende cognitieve deficits bij kinderen met leerstoornissen in vergelijking met kinderen met leeftijdsadequate lees- en rekenvaardigheden. Deze verschillen werden echter alleen teruggevonden op groepsniveau en impliceren dus niet dat alle kinderen met lees- en/of rekenstoornissen met deze cognitieve deficits te kampen hebben (Andersson & Ostergren, 2012; Geary e.a., 2012; Pennington e.a., 2012). Omwille van deze reden zouden we dan ook niet adviseren om meteen maten van werkgeheugen, gedragsinhibitie en benoemsnelheid mee op te nemen bij een classificerend onderzoek waarbij het stellen van een beschrijvende categoriale diagnose centraal staat.

Aan de andere kant kan het wél zinvol zijn om tijdens handelingsgerichte diagnostiek na te gaan of kinderen met leesstoornissen problemen ervaren op taken die werkgeheugen, gedragsinhibitie en benoemsnelheid meten

en of kinderen met rekenstoornissen moeite ervaren met werkgeheugen en (in mindere mate) benoemsnelheid. Op die manier kan duidelijk in kaart gebracht worden waar sterke en minder sterke punten liggen bij kinderen met leerstoornissen. De sterke punten kunnen benadrukt worden, terwijl je in therapie aan de minder sterke punten kan werken om die te remediëren of te compenseren waar nodig. Zo nodig kan je op school en thuis ook gepaste ondersteuning bieden ter compensatie van deze zwakkere cognitieve vaardigheden.

Aangezien we terugvonden dat werkgeheugen het meest van tel is, zou het in het bijzonder van belang kunnen zijn om, zoals voorgesteld door Gathercole en collega's (2006), rekening te houden met snelle overbelasting bij kinderen die werkgeheugenproblemen ervaren. Het zal dan belangrijk zijn om (eerder dan aan werkgeheugentraining te doen) ervoor te zorgen dat het werkgeheugen van deze kinderen niet overbelast wordt, zowel thuis, op school als tijdens de therapie. Op die manier kunnen de kinderen zich beter focussen op de eigenlijke lees- of rekenopdrachten. Gezien deze deficits bij bepaalde kinderen met leerstoornissen, kan het hen helpen om als STICORDI-maatregel (of redelijke aanpassingen in het kader van het M-decreet) bijvoorbeeld meer tijd te geven voor het maken van huis-taken en oefeningen en voor het afleggen van examens.

■ Referenties

- Alonso-Bua, B., Diaz, F., & Ferraces, M.J. (2006). The contribution of AER-Ps (MMN and LDN) to studying temporal vs. linguistic processing deficits in children with reading difficulties. *International Journal of Psychophysiology*, *59*, 159-167.
- Andersson, U., & Ostergren, R. (2012). Number magnitude processing and basic cognitive functions in children with mathematical learning disabilities. *Learning and Individual Differences*, *22*, 701-714.
- Baddeley, A. (1986). *Working memory*. Oxford, UK: Clarendon Press.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, *4*, 417-423.
- Baddeley, A. (2002). Is working memory still working? *European Psychologist*, *7*, 85-97.
- Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current Biology*, *20*, 136-140.
- Badian, N.A. (1999). Persistent arithmetic, reading, or arithmetic and reading disability. *Annals of Dyslexia*, *49*, 45-70.
- Barbaresi, W.J., Katusic, S.K., Colligan, R.C., Weaver, A.L., & Jacobsen, S.J. (2005). Learning disorder: Incidence in a population-based birth cohort, 1976-82, Rochester, Minn. *Ambulatory Pediatrics*, *5*, 281-289.
- Bari, A., & Robbins, T.W. (2013). Inhibition and impulsivity: Behavioral and neural basis of response control. *Progress in Neurobiology*, *108*, 44-79.
- Beghi, M., Cornaggia, C.M., Frigeni, B., & Beghi, E. (2006). Learning disorders in epilepsy. *Epilepsia*, *47*, 14-18.
- Beneventi, H., Tonnessen, F.E., Erslund, L., & Hugdahl, K. (2010). Working memory deficit in dyslexia: Behavioral and fMRI evidence. *International Journal of Neuroscience*, *120*, 51-59.

- 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.
- Bull, R., & Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology*, *19*, 273-293.
- Butterworth, B. (1999). *The mathematical brain*. London: Macmillan.
- Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *46*, 3-18.
- Censabella, S., & Noel, M.P. (2008). The inhibition capacities of children with mathematical disabilities. *Child Neuropsychology*, *14*, 1-20.
- Chiappe, P., Hasher, L., & Siegel, L.S. (2000). Working memory, inhibitory control, and reading disability. *Memory & Cognition*, *28*, 8-17.
- De Jong, C.G.W., Van De Voorde, S., Roeyers, H., Raymaekers, R., Oosterlaan, J., & Sergeant, J.A. (2009). How distinctive are ADHD and RD? Results of a double dissociation study. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *37*, 1007-1017.
- Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P., & Cohen, L. (2003). Three parietal circuits for number processing. *Cognitive Neuropsychology*, *20*, 487-506.
- Denkla, M.B., & Rudel, R.G. (1974). Rapid 'automatized' naming of pictured objects, colors, letters, and numbers by normal children. *Cortex*, *10*, 186-202.
- Denkla, M.B., & Rudel, R.G. (1976). Rapid automatized naming (ran) - dyslexia differentiated from other learning-disabilities. *Neuropsychologia*, *14*, 471-479.
- Desoete, A., & De Weerd, F. (2013). Can executive functions help to understand children with mathematical learning disorders and to improve instruction? *Learning Disabilities: A contemporary Journal*, *11* (2), 27-39.
- De Weerd, F. (2012). *Working memory, inhibition and naming speed in children with learning disabilities*. Onuitgegeven doctoraatscriptie, Universiteit Gent. *Ontleenbaar in Sig dienst: B3868*.
- De Weerd, F., Desoete, A., & Roeyers, H. (2013a). Working memory in children with reading and/or mathematical disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, *46*, 461-472.
- De Weerd, F., Desoete, A., & Roeyers, H. (2013b). Behavioral inhibition in children with learning disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, *34*, 1998-2007.
- Dirks, E., Spyer, G., van Lieshout, E., & de Sonneville, L. (2008). Prevalence of combined reading and arithmetic disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, *41*, 460-473.
- Fletcher, J.M., Francis, D.J., Morris, R.D., & Lyon, G.R. (2005). Evidence-based assessment of learning disabilities in children and adolescents. *Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology*, *34*, 506-522.
- Gathercole, S.E., Alloway, T.P., Willis, C., & Adams, A.M. (2006). Working memory in children with reading disabilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, *93*, 265-281.
- Geary, D.C. (2011). Consequences, characteristics, and causes of mathematical learning disabilities and persistent low achievement in mathematics. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, *32*, 250-263.
- Geary, D.C., Hoard, M.K., Byrd-Craven, J., Nugent, L., & Numtee, C. (2007). Cognitive mechanisms underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability. *Child Development*, *78*, 1343-1359.
- Geary, D.C., Hoard, M.K., Nugent, L., & Bailey, D.H. (2012). Mathematical cognition deficits in children with learning disabilities and persistent low achievement: A five-year prospective study. *Journal of Educational Psychology*, *104*, 206-223.

- Ghesquière, P. (2014). Actualisering van het standpunt in verband met de praktijk van attestering voor kinderen met een leerstoornis in het gewoon onderwijs. In P. Ghesquière, A. Desoete & C. Andries (Red.), *Zorg dragen voor kinderen en jongeren met leerproblemen. Handvatten voor goede praktijk* (pp. 11-19). Leuven: Acco.
- Heikkilä, R., Narhi, V., Aro, M., & Ahonen, T. (2009). Rapid automatized naming and learning disabilities: Does ran have a specific connection to reading or not? *Child Neuropsychology*, *15*, 343-358.
- Jeffries, S., & Everatt, J. (2004). Working memory: Its role in dyslexia and other specific learning difficulties. *Dyslexia*, *10*, 196-214.
- Kibby, M.Y., Marks, W., Morgan, S., & Long, C.J. (2004). Specific impairment in developmental reading disabilities: A working memory approach. *Journal of Learning Disabilities*, *37*, 349-363.
- Landerl, K., Bevan, A., & Butterworth, B. (2004). Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: A study of 8-9-year-old students. *Cognition*, *93*, 99-125.
- McGrath, L.M., Pennington, B.F., Shanahan, M.A., Santerre-Lemmon, L.E., Barnard, H.D., Willcutt, E.G., DeFries, J.C., & Olson, R.K. (2011). A multiple deficit model of reading disability and attention-deficit/hyperactivity disorder: Searching for shared cognitive deficits. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *52*, 547-557.
- Neale, M.C., & Kendler, K.S. (1995). Models of comorbidity for multifactorial disorders. *American Journal of Human Genetics*, *57*, 935-953.
- Nigg, J.T. (2000). On inhibition/disinhibition in developmental psychopathology: Views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy. *Psychological Bulletin*, *126*, 220-246.
- Passolunghi, M.C., & Cornoldi, C. (2008). Working memory failures in children with arithmetical difficulties. *Child Neuropsychology*, *14*, 387-400.
- Passolunghi, M.C., Marzocchi, G.M., & Fiorillo, F. (2005). Selective effect of inhibition of literal or numerical irrelevant information in children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) or arithmetic learning disorder (ALD). *Developmental Neuropsychology*, *28*, 731-753.
- Passolunghi, M.C., & Siegel, L.S. (2004). Working memory and access to numerical information in children with disability in mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology*, *88*, 348-367.
- Pennington, B.F. (2006). From single to multiple deficit models of developmental disorders. *Cognition*, *101*, 385-413.
- Pennington, B.F., Lemmon, L.S., Rosenberg, J., MacDonald, B., Boada, R., Friend, A., Leopold, D.R., Samuelsson, S., Byrne, B., Willcutt, E.G., & Olson, R.K. (2012). Individual prediction of dyslexia by single versus multiple deficit models. *Journal of Abnormal Psychology*, *121*, 212-224.
- Purvis, K.L., & Tannock, R. (2000). Phonological processing, not inhibitory control, differentiates ADHD and reading disability. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, *39*, 485-494.
- Reiter, A., Tucha, O., & Lange, K.W. (2005). Executive functions in children with dyslexia. *Dyslexia*, *11*, 116-131.
- Repovs, G., & Baddeley, A. (2006). The multi-component model of working memory: Explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience*, *139*, 5-21.
- Rousselle, L., & Noel, 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.
- Rubinsten, O., & Henik, A. (2009). Developmental dyscalculia: Heterogeneity might not mean different mechanisms. *Trends in Cognitive Sciences*, *13*, 92-99.
- Savage, R., Lavers, N., & Pillay, V. (2007). Working memory and reading difficulties: What we know and what we don't know about the relationship. *Educational Psychology Review*, *19*, 185-221.

- Schmid, J.M., Labuhn, A.S., & Hasselhorn, M. (2011). Response inhibition and its relationship to phonological processing in children with and without dyslexia. *International Journal of Disability Development and Education*, *58*, 19-32.
- Schumacher, J., Hoffmann, P., Schmal, C., Schulte-Korne, G., & Nothen, M.M. (2007). Genetics of dyslexia: The evolving landscape. *Journal of Medical Genetics*, *44*, 289-297.
- Shalev, R.S. (2004). Developmental dyscalculia. *Journal of Child Neurology*, *19*, 765-771.
- Shalev, R.S., Manor, O., & Gross-Tsur, V. (2005). Developmental dyscalculia: A prospective six-year follow-up. *Developmental Medicine and Child Neurology*, *47*, 121-125.
- Shanahan, M.A., Pennington, B.F., Yerys, B.E., Scott, A., Boada, R., Willcutt, E.G., Olson, R.K., & DeFries, J.C. (2006). Processing speed deficits in attention deficit/hyperactivity disorder and reading disability. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *34*, 585-602.
- Siegel, L.S., & Ryan, E.B. (1989). The development of working memory in normally achieving and subtypes of learning disabled children. *Child Development*, *60*, 973-980.
- Snowling, M.J. (2001). From language to reading and dyslexia. *Dyslexia*, *7*, 37-46.
- St Clair-Thompson, H.L., & Gathercole, S.E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *59*, 745-759.
- Stroop, J.R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, *18*, 643-662.
- Swanson, H.L., Jerman, O., & Zheng, X.H. (2008). Growth in working memory and mathematical problem solving in children at risk and not at risk for serious math difficulties. *Journal of Educational Psychology*, *100*, 343-379.
- Swanson, H.L., Zheng, X.H., & Jerman, O. (2009). Working memory, short-term memory, and reading disabilities: A selective meta-analysis of the literature. *Journal of Learning Disabilities*, *42*, 260-287.
- Temple, C.M., & Sherwood, S. (2002). Representation and retrieval of arithmetical facts: Developmental difficulties. *Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A: Human Experimental Psychology*, *55*, 733-752.
- Van der Schoot, M., Licht, R., Horsley, T.M., & Sergeant, J.A. (2000). Inhibitory deficits in reading disability depend on subtype: Guessers but not spellers. *Child Neuropsychology*, *6*, 297-312.
- Van der Sluis, S., de Jong, P.F., & van der Leij, A. (2004). Inhibition and shifting in children with learning deficits in arithmetic and reading. *Journal of Experimental Child Psychology*, *87*, 239-266.
- Vandermosten, M., Boets, B., Luts, H., Poelmans, H., Golestani, N., Wouters, J., & Ghesquiere, P. (2010). Adults with dyslexia are impaired in categorizing speech and nonspeech sounds on the basis of temporal cues. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *107*, 10389-10394.
- Vellutino, F.R., Fletcher, J.M., Snowling, M.J., & Scanlon, D.M. (2004). Specific reading disability (dyslexia): What have we learned in the past four decades? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *45*, 2-40.
- Willburger, E., Fussenegger, B., Moll, K., Wood, G., & Landerl, K. (2008). Naming speed in dyslexia and dyscalculia. *Learning and Individual Differences*, *18*, 224-236.
- Wilson, A.J., & Dehaene, S. (2007). Number sense and developmental dyscalculia. In D. Cock, G. Dawson & K. Fischer (Red.), *Human behavior, learning and the developing brain: Atypical development* (pp. 212-238). New York: Guilford Press.
- Zhang, H.Y., & Wu, H.R. (2011). Inhibitory ability of children with developmental dyscalculia. *Journal of Huazhong University of Science and Technology-Medical Sciences*, *31*, 131-136.