

Eleen Dufourmont, Lynn Bourgeois, Tine Noyez,  
Evelien Roels en Annemie Desoete<sup>1</sup>

## Rekenen en taal: (Hoe) zijn ze gerelateerd?

*Uit onderzoek bij volwassenen blijkt dat verschillende theorieën het belang van taal belichten bij het rekenen. Bovendien beschouwde McCloskey (1992) taal als één van de essentiële elementen bij het verklaren van verstoorde rekenvaardigheden. Niet iedereen is het hier echter mee eens. Gelman en Butterworth (2005) geloven bijvoorbeeld dat numerieke concepten een ontogenetische en neurale basis hebben die onafhankelijk is van taal. Er zijn ook onderzoekers die het niet-vaardig rekenen vooral (Rourke, 1989) of ten dele (Geary, 2004; Passolunghi & Mammarella, 2010) toeschrijven aan een visuele of visueel-ruimtelijke problematiek. In dit artikel focussen we op de rol van taal bij de typische en atypische ontwikkeling van het rekenen.*

### ■ Inleiding

Kinderen met rekenproblemen behoren tot het cliënteel van heel wat therapeuten. In deze bijdrage willen we de rol van taal belichten bij de typische en atypische ontwikkeling van het rekenen. Het is niet onze bedoeling om stil te staan bij alle taalcomponenten (fonologie, lexicon, semantiek, morfologie, syntaxis, pragmatiek) of bij alle taalpro-

fielen (fonologisch-syntactische problemen, semantische problemen, semantisch-pragmatische problemen, ...) van kinderen met reken/taalstoornissen. We willen eerder een aantal bevindingen op een rijtje zetten met de volgende vraag in het achterhoofd: moeten we rekenproblemen bekijken binnen een globaal talige problematiek met als gevolg dat de aanpak vooral talig moet zijn, of zit er ook een niet-talig aspect in het (leren) rekenen vervat?

<sup>1</sup> Eleen Dufourmont, Lynn Bourgeois, Tine Noyez en Evelien Roels maakten hun scriptie over dit onderwerp voor het behalen van de graad van master in de Logopedische en Audiologische Wetenschappen (optie Logopedie) aan de Universiteit Gent. Prof. dr. Annemie Desoete is hoofddocent aan de Vakgroep Experimenteel-Klinische en Gezondheidspsychologie van de Universiteit Gent. Ze is ook lector aan de Arteveldehogeschool en verbonden aan EXPLO ([www.expertisecentrumlogopedie.be](http://www.expertisecentrumlogopedie.be)). Contactadres: [annemie.desoete@Ugent.be](mailto:annemie.desoete@Ugent.be)

## ■ Rekenen: doet 'taal' ertoe bij volwassenen?

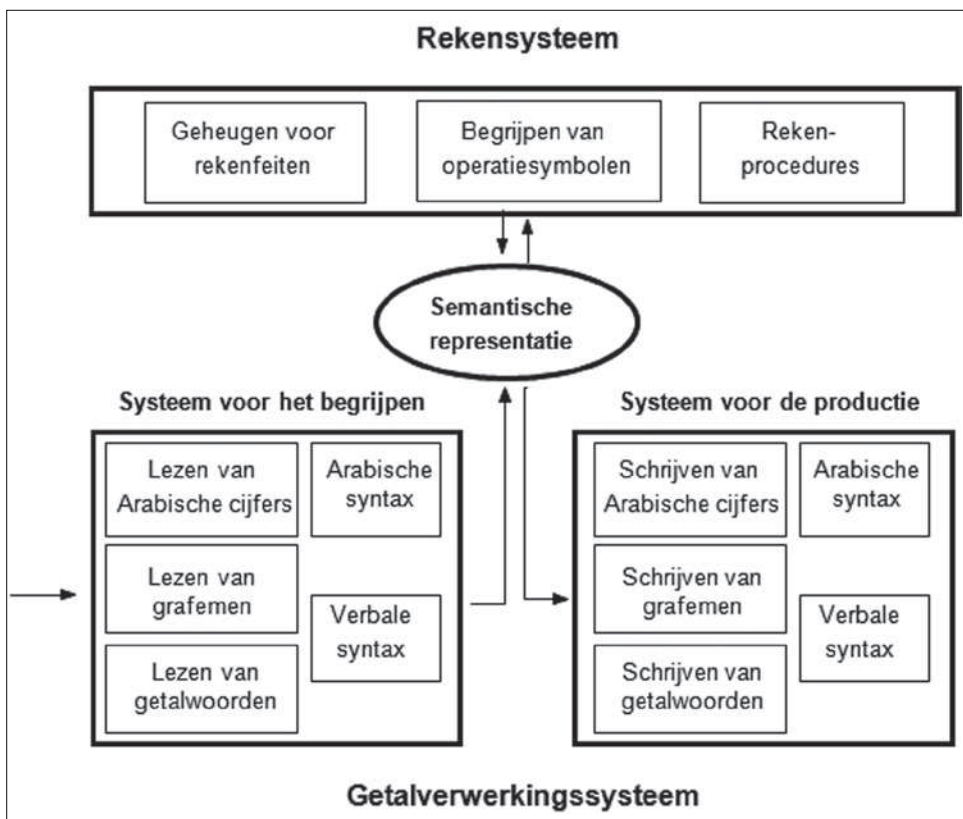
Sommige theorieën beschrijven bij volwassenen een specifieke rol van taal bij het rekenen (Gelman & Butterworth, 2005). Uit het bilinguïstisch trainingsonderzoek van Spelke en Tsivkin (2001) blijkt bijvoorbeeld dat informatie over 'even grote hoeveelheden' bij volwassenen opgeslagen zit in een taalspecifieke vorm. Er zijn ook een aantal modellen die vaak wor-

den gebruikt om typisch en atypisch rekenen te beschrijven. We belichten eerst het model van McCloskey om vervolgens stil te staan bij het Triple Code Model.

## ■ Model van McCloskey

McCloskey, Caramazza en Basili ontwikkelden in 1985 een model op basis van studies bij personen met een niet-aangeboren hersenletsel (NAH).

Figuur 1: Model van McCloskey (McCloskey, Caramazza & Basili, 1985)



Het model deelt rekenen op in twee grote onderdelen: een getalverwerkingssysteem (onderaan Figuur 1) en een rekensysteem (bovenaan Figuur 1). Daarnaast beschrijft het model een centrale (abstracte interne) semantische representatie die los staat van getalbegrip of -productie.

Het getalverwerkingssysteem kent verder een begripsmatige en een productieve component. Getallen kunnen 'verbaal' als getalwoord (bv. 'vier') of als Arabisch cijfer (bv. '4') voorkomen, zowel in de begripsmatige (input) als productieve (output) component.

Daarnaast stelt McCloskey dat zowel het verbale als het Arabische systeem echte 'taal'-kenmerken vertonen, door de syntactische en lexicale processen die er plaatsvinden. Het lexicon verwijst naar de aanwezigheid van een 'mentaal' woordenboek voor getallen, waarin tekenkenmerken en klankenmerken gekoppeld zijn. Het syntactische proces maakt en controleert de zinsbouw bij het spreken. Parallel hieraan zal de volgorde van de cijfers in een getalstelsel worden gecontroleerd door een dergelijk proces ('zestien' bestaat uit 'tien' en 'zes').

Het rekensysteem (bovenaan Figuur 1) maakt echter geen gebruik van deze concrete processen. Rekenen gebeurt eerder volgens 'abstracte interne representatie' en bevat daarom drie componenten: geheugen voor reken-

feiten, begrijpen van operatiesymbolen en rekenprocedures.

De eerste rekencomponent is een databank voor de rekenfeiten, waarin we de kennis aantreffen die onmiddellijk beschikbaar moet zijn. Voorbeelden hiervan zijn de getsplitsingen en de tafels. Over deze informatie mag niet worden nagedacht, ze moet rechtstreeks uit het langetermijngeheugen kunnen worden opgehaald.

De tweede rekencomponent is betrokken bij het verwerken van de bewerkingstekens en -woorden, zoals het kunnen begrijpen van het plus- en minteken, het =-teken, later ook het maal- en deeltteken en de vergelijkings tekens < en >.

De derde component van het rekensysteem betreft de procedures of de algoritmen. Dit zijn de juiste werkwijzen of rekenstappen die moeten worden uitgevoerd. Dit laatste kenmerk impliceert de toepassing van opeenvolgende stappen en de beschikbaarheid van geheugenbronnen om de procedure uit te voeren. Het uitvoeren van een schriftelijke vermenigvuldiging of een staartdeling bijvoorbeeld vereist een aantal uit te voeren stappen. Deze vinden we terug in de rekenprocedures.

In het model van McCloskey vervult de taal dus een centrale rol. Hierop kwam echter kritiek, wat onder meer uitmondde in het Triple Code Model.

## ■ Triple Code Model

Het Triple Code Model (Dehaene & Cohen, 1995) stelt dat er drie categorieën van mentale representaties zijn waarin getallen kunnen worden gemanipuleerd: de visueel-Arabische getalvorm (bv. het cijfer '5'), het verbaal woordframe (bv. het getalwoord 'vijf') en de analoge groottereprésentaties (bv. vijf stippen) (zie Figuur 2).

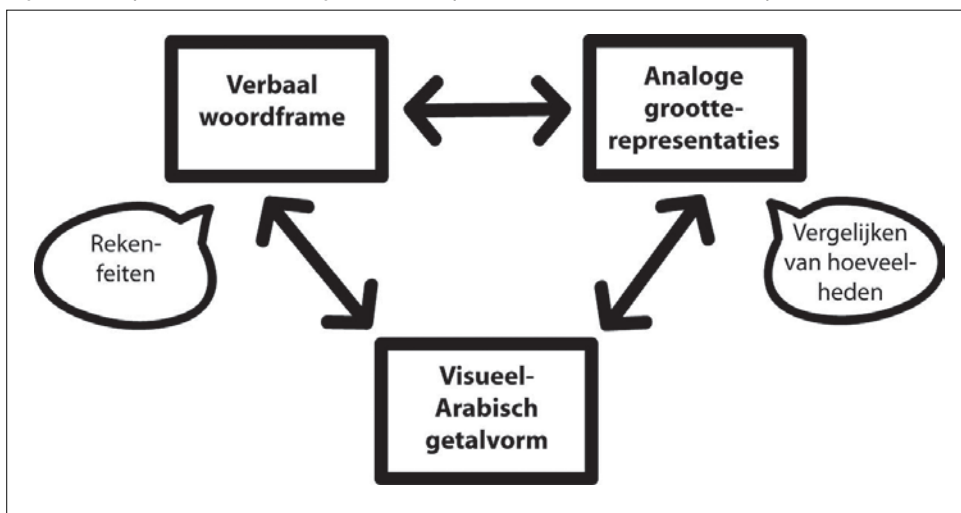
In dit model vervult taal een rol bij het verbaal woordframe en bij de visueel-Arabische getalvorm. Het vergelijken van getallen (bv. om te weten of 23 groter of kleiner is dan 29) zou dan gebeuren via de 'niet-talige' en analoge groottereprésentaties.

Presenti, Thioux, Seron en De Volder (2000) onderzochten de anatomische

veronderstellingen van het Triple Code Model aan de hand van een PET-studie bij acht gezonde rechtshandige mannen tussen 21 en 29 jaar. Dit onderzoek toonde aan dat bij het ophalen van optelfeiten (zoals  $6 + 9 = \_$ ) de linker intrapariëtale en superieure pariëtale zones, alsook de prefrontale regio werden geactiveerd. De taalzones bleven echter inactief, wat erop zou wijzen dat er voor het ophalen van simpele rekenfeiten niet noodzakelijk een soort verbaal proces nodig is.

In 2004 verschenen twee verslagen over volkeren in het Amazonegebied, die lang geïsoleerd leefden en slechts recent werden ontdekt. Men hoopte uit hun gebruiken iets te leren over de relatie tussen taal (het kennen van getalwoorden), het exact rekenen en het schattend omgaan met hoeveelheden (Gelman & Gallister, 2004). Op

Figuur 2: Triple Code Model, gebaseerd op Dehaene & Cohen (1995), p. 85



die manier wilde men onder meer de hypothesen van het Triple Code Model toetsen.

Gordon (2004) observeerde de Pirahã, een volk dat communiceert aan de hand van een pidginsysteem. Dit is een simpele taal die ontstaat wanneer mensen samenkomen die verschillende talen spreken. Pidgin wordt gekenmerkt door een gereduceerde woordenschat en relatief weinig syntactische regels. De Pirahã gebruiken het verarmde telsysteem 'één-twee-veel'. Ze kunnen geen exacte hoeveelheden (groter dan 3) aanduiden, maar slagen er wel in om te schatten (intacte analoge schattingsvaardigheden). Ze kunnen ook prima hoeveelheden vergelijken ondanks de numerieke taaldeprivatie. De resultaten uit deze studie lijken erop te wijzen dat – in overeenstemming met het Triple Code Model – (een rijke numerieke) taal niet echt nodig is om grotere hoeveelheden goed te kunnen schatten.

Een ander onderzoeksteam (Pica, Lemer, Izard & Dehaene, 2004) observeerde een andere groep mensen uit het Amazonegebied: de Mundurukú. Dit volk kent getalwoorden tot vijf, maar gebruikt deze noch in een telrij, noch om te refereren naar exacte hoeveelheden. Het getalwoord voor vijf, dat kan worden vertaald als 'een handvol', wordt gebruikt voor vijf, maar ook voor zes, zeven, acht en negen. De Mundurukú doen het bij het vergelijken van hoeveelheden

even goed als de Franse controle-groep, maar ze doen het veel minder goed bij het exact rekenen. Pica e.a. (2004) concludeerden hieruit dat schatten een basiscompetentie is, onafhankelijk van taal, maar dat het exact rekenen een beroep doet op een goed ontwikkeld lexicon van getalwoorden. Ook deze studie biedt evidentie voor het feit dat taal niet echt nodig is om te schatten, maar wel om exacte berekeningen te maken. Dit bevestigt opnieuw de veronderstelling van het Triple Code Model. Gelman en Butterworth (2005) zwakken deze conclusies echter af, omdat de tweetalige Mundurukú, die ook Portugees kennen, ook in het Portugees minder goed zijn in het maken van exacte berekeningen. De onderzoekers menen dat het verschil tussen beide volkeren waarschijnlijk vooral te maken heeft met een verschil in culturele voorkeur.

## ■ Leren rekenen: is er bij kinderen een rol weggelegd voor 'taal'?

Preverbaal leren omgaan  
met 'kleine' en 'grote' hoe-  
veelheden

De onderzoeksliteratuur over rekenen bij volwassenen is ouder dan die bij kinderen. Toch krijgt de relatie tussen ontluikende geletterdheid en ontluikende gecijferdheid een steeds gro-

tere plaats in diverse studies (Purpura, Hume, Dims & Lonigan, 2011).

Recent onderzoek wees uit dat jonge kinderen al heel vroeg meer/minder-relaties herkennen (Ceulemans, Desoete, Hoppenbrouwers, Van Leeuwen & Wiersema, 2011; Ceulemans, Loeys, Warreyn, Hoppenbrouwers & Desoete, 2012).

Starkey en Cooper toonden in 1980 al aan dat baby's van vier tot zeven maanden 2 van 3 stippen konden discrimineren, terwijl ze er niet in slaagden om 4 van 6 items te onderscheiden. Wynn (1992) ontdekte dat baby's van zes maanden erin slaagden om het verschil te zien tussen het aantal sprongen dat werd gemaakt. Starkey, Spelke en Gelman (1990) gebruikten bij baby's van zeven maanden foto's (zoals een afwisseling van een sleutel, een sinaasappel, enz.) waarbij 2 en 3 items elkaar afwisselen. De kinderen keken significant langer naar de nieuwe numerieke displays dan naar de numeriek vertrouwde displays. De baby's leken gevoeliger te zijn voor het aantal voorwerpen op de kaart. Deze 'oudere' studies controleerden echter niet op continue variabelen (zoals de oppervlakte, de omtrek en de dichtheid van de stippenwolken), zodat eigenlijk niet kon worden uitgemakkt of kinderen het verschil zagen tussen 'aantallen' (bv. het verschil tussen 2 en 3) of tussen bijvoorbeeld de grotere oppervlakte die 3 stippen innemen in vergelijking met de opper-

vlakke van 2 stippen (zie ook Desoete, Ceulemans, Roeyers & Huylebroeck, 2009).

Xu, Spelke en Goddard (2005) toonden echter aan dat, als men controleerde op continue variabelen zoals oppervlakte e.a., baby's van zes maanden effectief het verschil zagen tussen 4 en 8 stippen, 8 en 16 stippen, 16 en 32 stippen (ratio 1:2). De baby's faalden echter bij een ratio van 1,5 (4 versus 6, 8 versus 12 en 16 versus 24 stippen). Xu en Arriaga (2007) vonden ook dat tien maanden oude baby's 8 van 12 elementen (ratio 2:3) konden onderscheiden, maar dat ze het verschil niet zagen tussen 8 en 10 stippen.

We weten dus dat (preverbale) baby's en heel jonge kinderen al in staat zijn om zowel kleine als grotere aantallen van elkaar te onderscheiden, wat ook 'getaldiscriminatie' wordt genoemd (Berteletti, Lucangeli, Piazza, Dehaene & Zorzi, 2010; Mack, 2006; Xu & Arriaga, 2007). Deze vaardigheid zou al een zeer basale vorm zijn van wat bij oudere kinderen 'getalgevoeligheid' wordt genoemd (o.m. Xu & Arriaga, 2007).

Al van op zeer jonge leeftijd zouden kinderen een beroep doen op twee cognitieve systemen voor het verwerken van kleine aantallen enerzijds en grote aantallen anderzijds (o.m. Feigenson, Dehaene & Spelke, 2004; Xu, 2003).

Het vergelijken van kleine aantallen zou gebeuren met wat we het *object-file* systeem zijn gaan noemen. Dit systeem laat kinderen toe om een exacte representatie te maken van een beperkt aantal items (nl. minder of gelijk aan 3) (Kahneman & Treisman, 1984; Leslie, Xu, Tremoulet & Scholl, 1998).

Grote aantallen zouden worden verwerkt via een verwerkingsstelsel van analoge grootte. Baby's worden met andere woorden geboren met een schattend systeem van analoge grootte-representatie (Approximate Number System of ANS). Dit systeem zou doorheen de ontwikkeling steeds preciezer worden en telwoorden zouden hun betekenis krijgen vanuit hun relatie met de ANS (zie verder). Het ANS-systeem stelt kinderen in staat om schattend hoeveelheden te kunnen vergelijken (McCrink & Wynn, 2004). Het systeem wordt verondersteld ratio-afhankelijk te zijn (Feigenson, Carey & Hauser, 2004). Hoe groter de verhouding tussen de aangeboden aantallen, hoe makkelijker de vergelijking te maken is. Kinderen zouden volgens deze redenering beter het verschil zien tussen 15 en 5 blokken (ratio 3) dan tussen 10 en 5 blokken (ratio 2).

Noël en Rousselle (2011) stellen dat het onderscheid tussen een exacte voorstelling (van kleine hoeveelheden) en een schattende voorstelling (van grote hoeveelheden) in overeenstemming is met de bevinding dat dove

volwassenen (met eigen tekens voor aantallen die niet ingebed zijn in een stelsel) geen exacte voorstelling van grote hoeveelheden ontwikkelen. De auteurs vatten het zo samen: "We delen de ANS met de dieren, maar het is alleen omdat we de gelegenheid kregen om te leren tellen dat we de exacte voorstelling van grote hoeveelheden kunnen ontwikkelen, nodig voor exacte wiskunde."

We kunnen dus besluiten dat kinderen een systeem bezitten, waarmee ze hoeveelheden kunnen vergelijken nog vóór de taal zich ontwikkelt.

### Telwoorden tot 3

Volgens Hodent, Bryant en Houdé (2005) zou er al in een vroeg stadium van de menselijke ontwikkeling interactie zijn tussen natuurlijke taal en rekenen voor kleine cijferrepresentaties. De onderzoekers toonden in een cross-linguïstische studie met Franse en Engelse driejarige kinderen aan dat er een shift was van visueel-ruimtelijke naar symbool-linguïstische gecijferdheid.

Als kleuter leren kinderen namelijk de formele telwoorden één, twee, drie, enz. (Geary, 2000) kennen. Eerst leren ze 'één' kennen, vervolgens 'twee', dan 'drie', en daarna pas de betekenissen van grotere hoeveelheden (Sarnecka & Lee, 2009; Wynn, 1992). Kinderen starten dus ongecijferd als zogenaamde 'geen-kenners' (*no number-knowers*) of 'pre-kenners'

(*pre-knowers*), waarna ze evolueren naar 'één-kenners' (*one-knowers*) door 'één' te begrijpen (rond de leeftijd van 2;6 jaar). Vervolgens worden het 'twee-kenners' (*two-knowers*) rond de leeftijd van 3 à 3;6 jaar. Daarna spreekt men van 'drie-kenners' (3;6 à 4;0 jaar) en 'vier-kenners', totdat ze uiteindelijk 'kenners van het kardinaliteitsprincipe' worden (Lee & Sarnecka, 2010). Het kardinaliteitsprincipe (KP) houdt in dat als we kinderen vragen om bijvoorbeeld tot 5 te tellen ze weten dat het laatste telwoord de eindhoeveelheid (nl. vijf) aangeeft.

'Twee-kenners' zouden bovendien niet alleen kwantitatief, maar vooral ook kwalitatief verschillen van 'drie-kenners' en volwassenen die omgaan met de hoeveelheden 2 en 3. Dit bleek bijvoorbeeld uit een studie waarin 'twee-kenners' en 'drie-kenners' werden getraind op respectievelijk 'drie' en 'vier' en ze hierdoor verschilden in de generalisatie van deze getalwoorden (Huang, Spelke & Snedeker, 2010). De 'drie-kenners' hadden namelijk een ruim begrip van het telwoord 'vier' verworven en generaliseerden dit ook naar andere situaties. De 'twee-kenners' daarentegen waren zeer beperkt in de generalisatie van 'drie'. Zij zouden namelijk de gehele zin kwalitatief representeren en daar de informatie uithalen op objectniveau (het systeem om kleine hoeveelheden te vergelijken). 'Drie-kenners' zouden door de training echter een ander conceptueel systeem gebruiken dat beter grotere hoeveelheden

den representeert (zie hoger: analoge grooterepresentatie systeem, ANS).

De kardinale betekenis van 'één', 'twee', 'drie' en soms 'vier' wordt overigens op een andere manier aangeleerd dan de betekenissen van 'vijf', 'zes' en grotere getalwoorden (Lee & Sarnecka, 2010). Dit bleek bijvoorbeeld uit onderzoek van Sarnecka, Kamenskaya, Yamana, Ogura en Yudovina (2007). Zij toonden aan dat driejarige eentalig Engelse en Russische kinderen sneller 'één appel versus twee appels' leerden oplossen dan hun Japanse leeftijdgenoten, die in hun taal geen grammaticale marker hebben voor het meervoud. Verder bleek er geen verschil te zijn tussen Engelse en Russische kinderen wat betreft taken zoals 'geef x appels' en 'geef x' (met x bv. 3). De vroegste betekenis van 'één', 'twee' en 'drie' lijkt dus deze van een 'grammaticaal getal' te zijn. Eén leren is gelijk aan leren dat 'één = enkelvoud en de rest is meervoud'. Twee leren is gelijk aan leren dat 'één = enkelvoud, twee = *dual marker* en de rest is meervoud', enz. Deze enkelvouds- en meervouds-markeringen zouden niet beperkt zijn tot zinnen waarin getallen en enkelvouds- of meervoudsinflecties samen voorkomen. Het zou eerder gaan om een algemeen fenomeen.

#### Telwoorden vanaf 4

Kleuters leren grotere telwoorden als volgt: ze zien al tellend in dat als ze



er in een reeks één bijtellen ze een getalwoord krijgen dat 'verder' en vervolgens 'één verder' in de getallenreeks staat. Pas daarna zouden ze de betekenis van de getalwoorden in verband brengen met de analoge groottere representatie. 'Vijf', 'zes' en grotere getallen leren kan dus pas wanneer de kinderen de impliciete kennis verworven hebben over hoe ze de 'verder functie' ( $n$ ,  $n+1$ ,  $(n+1)+1$ ) bij het tellen gebruiken en ze met andere woorden het kardinaliteitsprincipe (KP) beheersen (Sarnecka & Carey, 2008; Sarnecka e.a., 2007).

Le Corre en Carey (2007) stelden bijvoorbeeld vast dat kinderen rond de leeftijd van 4;6 jaar de getalwoorden 'vijf' tot 'tien' kennen. Dit is ongeveer zes maanden tot één jaar na de leeftijd waarop kinderen de eerste telprincipes leren. Verder zagen ze dat alle 'KP-kenners' en sommige 'subset-kenners' de grootte van hoeveelheden van één tot vier konden schatten zonder te tellen. Dit zou suggereren dat het in kaart brengen van 'één' tot 'vier' een deel is van het proces waarin de telprincipes worden verworven. Verder bleek dat kinderen tussen 2;6 en 4 jaar die het KP nog niet kenden, er niet in slaagden om hun getalwoorden ('vier', 'vijf', 'acht' en 'tien') uit te breiden naar een andere set (Slusser & Sarnecka, 2011). De shift van het vroeg (*exact object-file*) naar een later conceptueel systeem (op basis van representatie van hoeveelheden) lijkt dus een echte conceptuele

verandering. De vraag blijft echter nog steeds open of het kennen van het kardinaliteitsprincipe (bij KP-kenners) de oorzaak is van, veroorzaakt wordt door, samenvalt met of hetzelfde is als begrijpen dat getalwoorden exacte hoeveelheden representeren.

De preverbale getalsystemen zullen zich uiteindelijk integreren in de opkomende taalvaardigheden van het kind. Het resultaat is het 'verbaal tellen' en het gebruik daarvan om eenvoudige optel- en aftrekoefeningen op te lossen (Geary, 2000). Een onderzoek bij driejarigen toonde aan dat ze in een 'zes versus veel'-taak de hoeveelheidsaanduiding 'veel' als niet-specifiek, maar het getalwoord 'zes' als wel specifiek (dus verwijzend naar 6) gebruikten. Het linken van tellen aan getalwoorden is daarom waarschijnlijk de manier waarop kinderen exacte hoeveelheden leren begrijpen. In het onderzoek kenden de kinderen allemaal op zijn minst één, en meestal twee exacte getalwoorden. Taal zou dus nog altijd een belangrijke rol kunnen spelen in de ontwikkeling van numerieke concepten (Sarnecka & Gelman, 2004).

Condry en Spelke (2008) toonden met een onderzoek bij kinderen tussen 3 en 4 jaar aan dat getalwoorden bij kinderen specifiek contrasteren met elkaar, zoals dit ook bij kleuren het geval is. Verder vonden ze ook evidentie voor de idee dat kinderen begrijpen dat ongekende getalwoorden refe-

renen naar grotere hoeveelheden dan de gekende getalwoorden.

Lipton en Spelke (2006) bewezen verder dat vijfjarigen nog vóór ze naar de lagere school gaan inzicht verwerven in de logica van de betekenis van getalwoorden. Als er een item werd weggenomen van of toegevoegd aan een groot aantal objecten, begrepen de kinderen dat het getalwoord dat voordien voor die set werd gebruikt, niet meer geldt. Bovendien begrepen ze dat als er een item werd weggenomen en hetzelfde item daarna opnieuw aan de set werd toegevoegd, het originele getalwoord wel van toepassing bleef. Een belangrijke vaststelling was dat ze deze kennis ook bezitten voor getalwoorden die boven hun telbereik liggen, en dit in tegenstelling tot driejarige kinderen (Condry & Spelke, 2008).

### Aanvankelijk rekenen en getallenkennis en de relatie met taal

Miura (1987) vergeleek zevenjarige Japanse en Engelstalige kinderen op een taak waarin getallen moesten worden weergegeven aan de hand van blokjes die eenheden en tientallen voorstelden. In het Japans worden getalwoorden voorgesteld als structuren van 10-en en 1-en. De Japanse kinderen waren dan ook meer geneigd de blokken die tientallen voorstelden te gebruiken om getallen correct te representeren. Engelstalige kinderen

gebruikten eerder een collectie van eenheden om getallen te vormen. Dit zou erop kunnen wijzen dat ze de hoeveelheid die het getalwoord representeert, begrijpen, maar dat het begrip van betekenis van eenheden ontbrak. De taal (en meer in het bijzonder de aard van de getalwoorden) lijkt dus mee te bepalen hoe succesvol men is in een aantal eenvoudige rekengerelateerde taken.

Rekenen doet verder een beroep op algemeen conceptuele en taalgerelateerde domeinspecifieke kennis (Van Borsel, 1998; Veenman, 1998). Als kinderen niet begrijpen wat 'meer' betekent, worden opgaven als '1 meer dan 50 is ...' problematisch. Ook vraagstukjes (contextrijke opgaven) zullen dan moeilijk liggen. Zo kunnen kinderen soms wel korte opgaven op zinsniveau aan (bv. '40 meer dan 25 is ?'), terwijl ze uitvallen op langere opgaven op tekstniveau (bv. 'Wim heeft 25 knikkers. Hij krijgt er 40 knikkers bij. Hoeveel knikkers heeft Wim nu?').

Uit een recent onderzoek in Vlaanderen is gebleken dat er ook een verband bestaat tussen de taalvaardigheden in de kleutertijd en de rekenvaardigheden in het eerste leerjaar (Bourgeois, Dufourmont, Noyez, Roels & Desoete, 2012). De taalvaardigheden van 61 kinderen uit de derde kleuterklas werden in maart 2011 aan de hand van de Nederlandse versie van de Clinical Evaluation of Language

Fundamentals 4 (CELF-IV) getest. Een half jaar later werden deze kinderen, die op dat moment in het eerste leerjaar zaten, opnieuw getest. De rekenvaardigheden werden met de Kortrijkse Rekeningtest-Revisie (KRT-R) (Baudonck e.a., 2006) nagegaan. Er werd een significante positieve correlatie gevonden tussen de productieve en receptieve taalindices gemeten met de CELF-IV en de subtests van de KRT-R. Bovendien bestond er ook een significante positieve correlatie tussen de kernscore van de CELF-IV en de totaalscore van de KRT-R.

## ■ Rekenen bij klinische groepen

In deze paragraaf staan we kort stil bij het rekenen van een aantal klinische groepen (taalontwikkelingsstoornissen) en bij de taal van kinderen met niet-aangeboren en aangeboren rekenstoornissen.

Onder taalontwikkelingsstoornissen verstaan we alle stoornissen in de opbouw van het taalsysteem waarbij taal zich langzamer of anders ontwikkelt. Hier bestaan veel termen voor. In het Nederlands gebruikt men vaak Spraak- en Taalontwikkelingsstoornis (STOS) en ontwikkelingsdysfasie (OD) wanneer het probleem hardnekkig is. In het Engels heeft men het vaak over Specific Language Impairment (SLI) (Zink & Breuls, 2012).

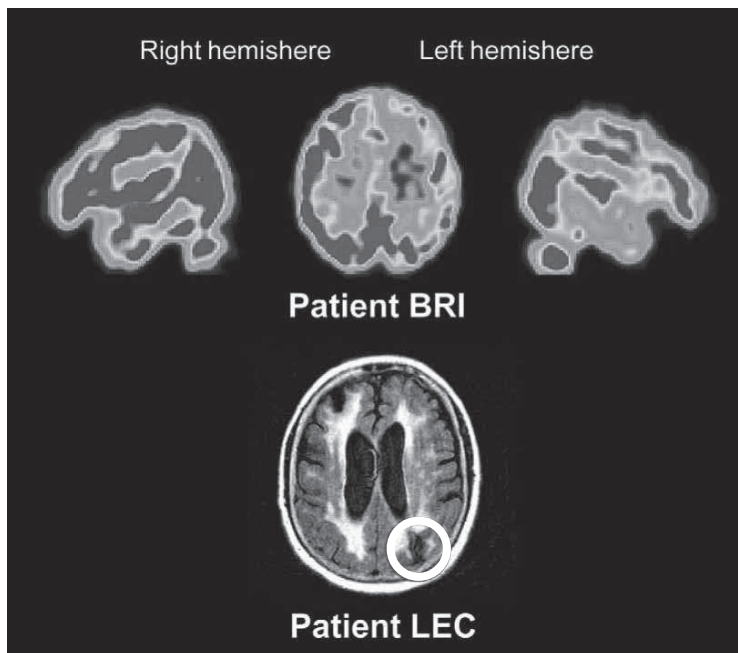
Shalev, Auerbach, Manor en Gross-Tsur (2000) onderzochten kinderen van het derde tot zesde leerjaar met STOS. Zo'n 55 procent van deze kinderen werd gediagnosticeerd met dyscalculie, een prevalentie die tien keer groter is dan die in de normale populatie. In een andere studie werden kinderen met SLI van acht jaar vergeleken met leeftijd- en taalgematchte controlegroepen. De kinderen met SLI vielen niet uit op alle rekentaken, maar ze haalden minder goede scores voor het leren van de volgorde van de getallen, het ontwikkelen van conventionele rekenvaardigheden en, in mindere mate, het verwerven van het 'plaats-waardeprincipe' van de Arabische getallen. Het logisch leren rekenen bleek niet aangetast (Donlan, Cowan, Newton & Lloyd, 2007).

Omgekeerd zijn er vrij weinig studies die de taal bij kinderen met een rekenstoornis nagaan.

Over het belang van taal om de rekenproblemen naar aanleiding van een niet-aangeboren hersenletsel te verklaren, zijn er tegenstrijdige resultaten. We beschrijven de bevindingen van drie patiënten met NAH (BRI, LEC en IH).

Lemer, Dehaene, Spelke en Cohen (2003) vergeleken twee patiënten (BRI & LEC) met elkaar. Dit leverde anatomische resultaten op die de hypothesen van het Triple Code Model bevestigden. BRI, een patiënt met afasie, vertoonde moeilijkheden bij het

*Figuur 3. Boven: sagittale en axiale snede van BRI's SPECT die een linkshemisferisch hypometabolisme met temporale en frontale predominantie toont. Onder: axiale MRI snede van LEC waarop de gevolgen van een hersenbloeding te zien zijn: aantasting van de linker interparietale cortex (Lemer, Dehaene, Spelke & Cohen, 2003), p. 1945*



exact uitvoeren van opgaven (bv. het precies uitrekenen van sommen of het oplossen van vraagstukjes). Deze verbale acalculie werd geassocieerd met linkshemisferische atrofie, vooral in de temporale taalzones. LEC, een patiënt met het Gerstmannsyndroom, daarentegen had moeite met het vergelijken van hoeveelheden (bv. Wat is het grootste getal?) en vertoonde laesies ter hoogte van de intrapariëtale sulcus (zie Figuur 3).

Nochtans zijn er ook verschillende voorbeelden bekend waarbij stoornissen van taal en rekenvaardigheden

onafhankelijk van elkaar voorkomen (Gelman & Butterworth, 2005).

Zo had IH, een patiënt met semantische dementie, ondanks een ernstige stoornis van het semantisch geheugen, toch een goed behouden getal-kennis (Cappelletti, Butterworth & Kopelman, 2001).

Samengevat blijven de resultaten over de relatie tussen taal en verworven rekenstoornissen (acalculie) gemengd, waarschijnlijk ook afhankelijk van de plaats van het letsel. Zo lijkt de intrapariëtale sulcus (IPS) vooral van belang voor

Tabel 1: Triple Code Model: functionele rol en anatomische substraten, gebaseerd op Presenti, Thioux, Seron en De Volder (2000), p. 463

Representatie	Numerieke taken	Hersengebieden
Verbaal	<ul style="list-style-type: none"> <li>– verwerking van getalwoorden</li> <li>– tellen</li> <li>– eenvoudige rekenfeiten i.v.m. optellen en vermenigvuldigen</li> </ul>	linker inferieur frontale gebieden
Visueel	<ul style="list-style-type: none"> <li>– verwerking van Arabische getallen</li> <li>– beoordeling van gelijkenissen</li> <li>– mentale verwerking van grote getallen</li> </ul>	linker en rechter occipito-temporale regio's
Analoog	<ul style="list-style-type: none"> <li>– verwerking van analoge hoeveelheden</li> <li>– vergelijking van hoeveelheden</li> <li>– schattend rekenen</li> </ul>	linker en rechter pariëtale zones

hoofdrekenen met grote getallen, terwijl de gyrus angularis een rol vervult bij bijvoorbeeld het optellen met kleine getallen en het onthouden en oproepen van rekenfeiten (zoals de basiscombinaties tot 10, bv.  $9 - 5 = \_$ ). Voor een overzicht van de structuren betrokken in het rekenen verwijzen we naar de bovenstaande tabel (zie Tabel 1).

Van Borsel (1998) noemde verder niet-aangeboren rekenstoornissen 'bijzondere vormen van taalstoornissen'.

In een recent onderzoek (D'Hondt e.a., 2008) bij 42 kinderen met leerstoornissen, 24 gehoorgestoorde kinderen en 33 kinderen met een verstandelijke beperking (TIQ 50-70) met de CELF-IV bleek echter dat kinderen met leerstoornissen het niet minder goed deden op de taalaspecten, maar vooral zwakker scoorden op het omgaan met de temporele opeenvolging (het seriële) verrat in de taal (het vervolledigen van reeksen en het snel serieel benoemen). Ook het definiëren van woorden leek

minder goed ontwikkeld te zijn. De data van een vervolgonderzoek met een grotere groep kinderen en een betere differentiatie tussen dyscalculie en dyslexie worden momenteel vermeld en/of verwerkt.

## ■ Besluit

We zijn vertrokken van de vraag of we rekenproblemen moeten verklaren vanuit een globaal talige problematiek en of bijgevolg de aanpak van rekenproblemen vooral talig moet zijn. Uit dit literatuuroverzicht blijkt dat er nog heel wat onduidelijkheid blijft bestaan over het verband tussen taal en rekenen.

Sommige auteurs zien een cruciale rol van taal bij het ontwikkelen van basisvaardigheden om vlot te rekenen (Condry & Spelke, 2008; Miura, 1987), anderen minimaliseren de rol van taal bij het leren rekenen (Gelman & Butterworth, 2005).

Er blijkt alvast wel een verband te bestaan tussen de taalvaardigheden in de kleutertijd en de rekenvaardigheden in het eerste leerjaar (Bourgeois e.a., 2012). Verschillende studies hebben ook aangetoond dat kinderen met een taalontwikkelingsstoornis het minder goed doen voor bepaalde aspecten van het rekenen (D'Hondt e.a., 2008; Donlan, Cowan, Newton & Lloyd, 2007; Shalev, Auerbach, Manor & Gross-Tsur, 2000). Toch blijft er nood aan vervolgonderzoek om de relatie tussen rekenen en taal verder uit te spitten en te verfijnen.

## ■ Referenties

- Baudonck, M., Debusschere, A., Dewulf, B., Sammyn, F., Vercaemst, V., & Desoete, A. (2006). *Kortrijkse Rekentest Revisie*. Kortrijk: Revalidatiecentrum Overleie.
- Berteletti, B., Lucangeli, D., Piazza, M., Dehaene, S., & Zorzi, M. (2010). Numerical estimation in preschoolers. *Developmental Psychology*, *46*, 545-551.
- Bourgeois, L., Dufourmont, E., Noyez, T., Roels, E., & Desoete, A. (2012). *Is er een behandeling voor kinderen met onvoldoende prenumerische vaardigheden?* Masterproef Logopedische en Audiologische Wetenschappen, Universiteit Gent.
- Cappelletti, M., Butterworth, B., & Kopelman, M. (2001). Sparing numerical abilities in a case of semantic dementia. *Neuropsychologia*, *39*, 1224-1239.
- Ceulemans, A., Desoete, A., Hoppenbrouwers, K., Van Leeuwen, K., & Wiersema, J.R. (2011). Een wereld van verschil. Zien baby's aantallen? *Steunpunt Beleidsrelevant Onderzoek SWVG Feiten en Cijfers*, 2011-6.
- Ceulemans, A., Loeys, T., Warreyn, P., Hoppenbrouwers, K., & Desoete, A. (2012). Small number discrimination in early human development: The case of one versus three. *Education Research International*, *ID 964052*, 5 p.
- Condry, K.F., & Spelke, E.S. (2008). The development of language and abstract concepts: The case of natural number. *Journal of Experimental Psychology*, *137*, 22-38.
- Dehaene, S., & Cohen, L. (1995). Towards an anatomical and functional model of number processing. *Mathematical Cognition*, *1*, 83-120.
- Desoete, A., Ceulemans, A., Roeyers, H., & Huylebroeck, A. (2009). Subitizing or counting as possible screening variables for learning disabilities in mathematics education or learning. *Educational Research Review*, *4*, 55-66.
- D'Hondt, M., Desoete, A., De Smit, M., Schittekatte, M., Kort, W., Baert, S., Bellon, D., Broekmans, H., Vaal, L., Van de Veegaete, D., & Watté, J. (2008). De CELF-IV, een instrument om taalvaardigheden en taalgerelateerde randvoorwaarden van kinderen en jongeren te beoordelen: Zijn leerstoornissen een bijzondere vorm van taalstoornis? *Logopedie*, *22*, 37-46.
- Donlan, C., Cowan, R., Newton, E.J., & Lloyd, D. (2007). The role of language in mathematical development: Evidence from children with Specific Language Impairments. *Cognition*, *103*, 23-33.
- Feigenson, L., Carey, S., & Hauser, M. (2002). The representations underlying infant's choice of more: Object file versus analog magnitudes. *Psychological Science*, *13*, 150-156.
- Feigenson, L., Dehaene, S., & Spelke, E. (2004). Core systems of number. *Trends in Cognitive Sciences*, *8*, 307-314.
- Geary, D.C. (2000). From infancy to adulthood: The development of numerical abilities. *European Child & Adolescent Psychiatry*, *9*, 11-16.
- Geary, D.C. (2004). Mathematics and learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, *37*, 4-15.

- Gelman, R., & Butterworth, B. (2005). Language and conceptual development series: Number and language: How are they related? *Cognitive Sciences*, 9, 6-10.
- Gelman, R., & Gallister, C.R. (2004). Language and the origin of numerical concepts. *Science*, 306, 441-443.
- Gordon, P. (2004). Numerical cognition without words: Evidence from Amazonia. *Science*, 306, 496-499.
- Hodent, C., Bryant, P., & Houdé, D. (2005). Language-specific effects on number computation in toddlers. *Developmental Science*, 8, 420-423.
- Huang, Y.T., Spelke, E., & Snedeker, J. (2010). When is four far more than three? Children's acquisition of newly acquired number words. *Psychological Science*, 21, 600-606.
- Kahneman, D., & Treisman, A. (1984). Changing views of attention and automaticity. In R. Parasuraman & D.R. Davies (Red.), *Varieties of attention* (pp. 29-61). Orlando, FL: Academic Press.
- Le Corre, M., & Carey, S. (2007). One, two, three, four, nothing more: An investigation of the conceptual sources of the verbal counting principles. *Cognition*, 105, 395-438.
- Lee, M.D., & Sarnecka, B.W. (2010). A model of knower-level behavior in number-concept development. *Cognitive Science*, 34, 51-67.
- Lemer, C., Dehaene, S., Spelke E., & Cohen, L. (2003). Approximate quantities and exact number words: Dissociable systems. *Neuropsychologia*, 41, 1942-1958.
- Leslie, A.M., Xu, F., Tremoulet, P., & Scholl, B.J. (1998). Indexing and the object concept: Developing "what" and "where" systems. *Trends in Cognitive Sciences*, 2, 10-18.
- Lipton, J.S., & Spelke, E.S. (2006). Preschool children master the logic of number word meanings. *Cognition*, 98, 57-66.
- Mack, W. (2006). Numerosity discrimination: Infants discriminate small from large numerosities. *European Journal of Developmental Psychology*, 3, 31-47.
- McCrink, K., & Wynn, K. (2004). Large-number addition and subtraction by 9-month-old infants. *Psychological Science*, 15, 776-781.
- McCloskey, M., Caramazza, A., & Basili, A. (1985). Cognitive mechanisms in number processing and calculation: Evidence from dyscalculia. *Brain & Cognition*, 4, 171-196.
- McCloskey, M. (1992). Cognitive mechanisms in numerical processing. Evidence from acquired dyscalculia. *Cognition*, 44 (1-2), 107-157.
- Miura, I.T. (1987). Mathematics achievement as a function of language. *Journal of Educational Psychology*, 79, 79-82.
- Mix, K.S., Sandhofer, C.M., & Baroody, A.J. (2002). Number words and number concepts: The interplay of verbal and nonverbal quantification in early childhood. In K.S. Mix, J. Huttenlocher & S.C. Levine (Red.), *Quantitative development in infancy and early childhood* (pp. 305-346). New York: Oxford University Press.
- Noel, M.P., & Rousselle, L. (2011). Developmental changes in the profiles of dyscalculia: An explanation based on a double exact-and-approximate number representation model. *Frontiers in Human Neuroscience*, 165 (5), 1-4.
- Passolunghi, M.C., & Mammarella, I.C. (2010). Spatial and visual working memory ability in children with difficulties in arithmetic word problem solving. *European Journal of Cognitive Psychology*, 22, 944-963.
- Pica, P., Lemer, C., Izard, V., & Dehaene, S. (2004). Exact and approximate arithmetic in an Amazonian Indigene group. *Science*, 306, 499-503.
- Presenti, M., Thioux, M., Seron, X., & De Volder, A. (2000). Neuroanatomical substrates of arabic number processing, numerical comparison and simple addition: A PET study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12, 461-479.

- Purpura, D.J., Hume, L.E., Dims, D.M., & Lonigan, C.J. (2011). Early literacy and early numeracy: The value of including early literacy skills in the prediction of numeracy development. *Journal of Experimental Child Psychology*, 110, 647-658.
- Rourke, B.P. (1989). *Nonverbal learning disabilities: The syndrome and the model*. New York: Guilford Press.
- Sarnecka, B.W., & Carey, S. (2008). How counting represents number: What children must learn and when they learn it. *Cognition*, 108, 662-674.
- Sarnecka, B.W., & Gelman, S.A. (2004). 'Six' does not just mean 'a lot': Preschoolers see number words as specific. *Cognition*, 92, 329-352.
- Sarnecka, B.W., Kamenskaya, V.G., Yamana, Y., Ogura, T., & Yudovina, Y.B. (2007). From grammatical number to exact numbers: Early meanings of 'one', 'two' and 'three' in English, Russian and Japanese. *Cognitive Psychology*, 55, 136-168.
- Sarnecka B.W., & Lee M.D. (2009). Levels of number knowledge during early childhood. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103, 325-337.
- Scheiris J., & Desoete A. (2008). De prevalentie van enkele specifieke ontwikkelings- en gedragsstoornissen en hun comorbiditeit. *Signaal*, 62, 4-14.
- Shalev, R., Auerbach, J., Manor, O., & Gross-Tsur, V. (2000). Developmental dyscalculia: Prevalence and prognosis. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 9, 58-64.
- Slusser, E.B., & Sarnecka, B.W. (2011). Find the picture of eight turtles: A link between children's counting and their knowledge of number word semantics. *Journal of Experimental Child Psychology*, 110, 38-51.
- Spelke, E.S., & Tsivkin, S. (2001). Language and number: A bilingual training study. *Cognition*, 78, 45-88.
- Starkey, P., & Cooper, R.G. (1995). The development of subitizing in young children. *British Journal of Developmental Psychology*, 13 (4), 399-420.
- Starkey, P., Spelke, E.S., & Gelman, R. (1990). Numerical abstraction by human infants. *Cognition*, 36, 97-127.
- Uller, C., Carey, S., Huntley-Fenner, G., & Klatt, L. (1999). What representations might underlie infant numerical knowledge? *Cognitive Development*, 14, 1-36.
- Van Borsel, J. (1998). Rekenproblemen linguïstisch bekeken. *Tijdschrift voor Logopedie en Audiologie*, 28, 6-11.
- Veenman, M.V.J. (1998). Kennis en vaardigheden. Soorten kennis en vaardigheden die relevant zijn voor reken-wiskunde taken. In H.W. Bakker-Renes & C.M. Fennis-Poort (Red.), *Hulp bij leerproblemen: Rekenen-wiskunde* (pp. 1-13). Alphen aan den Rijn: Samsom.
- Wynn, K. (1992). Children's acquisition of the number words and the counting system. *Cognitive Psychology*, 24, 220-251.
- Xu, F. (2003). Numerosity discrimination in infants: Evidence for two systems of representations. *Cognition*, 89, B15-B25.
- Xu, F., & Arriaga, R. I. (2007). Number discrimination in 10-month-old infants. *British Journal of Developmental Psychology*, 25, 103-108.
- Xu, F., & Spelke, E.S. (2000). Large number discrimination in 6-month-old infants. *Cognition*, 74, B1-B11.
- Xu, F., Spelke, E.S., & Goddard, S. (2005). Number sense in human infants. *Developmental Science*, 8, 88-101.
- Zink, I., & Breuls, M. (2012). *Ontwikkelingsdysfasie. Een stoornis die meer aandacht dan namen verdient*. Antwerpen/Apeldoorn: Garant.