

Mieke van Groenestijn

Hogeschool Utrecht

mieke.vangroenestijn@kpnmail.nl

Onderwijs

Dyscalculie?

Hoewel dyslexie tegenwoordig een aanzienlijke bekendheid geniet, is dat in mindere mate het geval voor dyscalculie: ernstige en hardnekkige rekenproblematiek die ondanks deskundige begeleiding blijft bestaan. Echter, met de invoering van de rekentoets in het voortgezet onderwijs groeit gelukkig ook de aandacht voor rekenproblemen en dyscalculie. Mieke van Groenestijn — orthopedagoog, onderwijskundige, emeritus lector gecijferdheid bij de Hogeschool Utrecht en projectleider van de protocollen ‘Ernstige RekenWiskunde-problemen en Dyscalculie’ — beschrijft de achtergronden en zet haar visie uiteen.

Nu rekenen volop in de belangstelling staat vanwege de verplichte eindtoets in het vo en het centraal examen in het mbo, neemt de aandacht voor leerlingen met ernstige rekenproblemen toe. In de praktijk blijkt dat ongeveer tien tot vijftien procent van de leerlingen in meer of mindere mate problemen ervaart met rekenen, waarvan zo’n vijf procent ernstige problemen heeft. Al gauw valt daarbij ook de term *dyscalculie*. Iemand die niet of niet goed kan rekenen heeft vast ‘last van’ dyscalculie. Net zoals *dyslexie* synoniem is geworden voor leerlingen die lees- en/of schrijfproblemen ondervinden, zien we dyscalculie nu ook vaker voorkomen als synoniem voor ernstige rekenproblemen. Door onvoldoende bekendheid met het verschijnsel, soms ook bij deskundigen, wordt een dyscalculieverklaring, meestal met goede bedoelingen, soms onterecht afgegeven. Om in aanmerking te komen voor een aangepaste rekentoets op het vo of een aangepast examen op het mbo is geen dyscalculieverklaring nodig. De school moet aangeven welke inspanningen zij heeft verricht voor een optimale begeleiding van de leerling. Het College voor Toetsen en Examens heeft hiervoor richtlijnen opgesteld (zie [3]).

Achtergrond

Het begrip dyscalculie bestaat, evenals dyslexie, al sinds de jaren zestig van de vorige eeuw [6]. Over oorzaken en verschijnselen is echter nog steeds geen eenduidigheid. Ruijsenaars, Van Luit en Van Lieshout [21] definiëren dyscalculie als een beschrijvende term die aangeeft dat er ernstige rekenproblemen zijn, maar die niet verwijst naar de oorzaak ervan. Er gaat iets opvallend mis ten opzichte van de rest van het functioneren. Dyscalculie wordt volgens hen gekenmerkt door hardnekkige problemen met het vlot en accuraat oproepen of toepassen van rekenwiskundekennis (feiten en/of afspraken), die blijvend zijn, ook na gedegen onderwijs. De vraag is echter wat bedoeld wordt met *gedegen onderwijs*. Vaak wordt aangenomen dat als na zes maanden intensieve training (*remedial teaching*), nadat de problemen zijn vastgesteld, geen zichtbare vooruitgang is, er sprake is van dyscalculie. Van belang is dan wat die training inhoudt en wie die geeft. Daar zijn geen duidelijke richtlijnen voor. In de praktijk is de diagnose en de behandeling sterk afhankelijk van de deskundigheid en visie van de diagnosticus en de behan-

delaar. Van een behandelaar mag men verwachten dat hij of zij specifieke kennis heeft van de ontwikkeling van rekenen en zijn of haar didactisch handelen kan afstemmen op de ontwikkeling en de problematiek van de leerling. Hij of zij heeft minimaal een master SEN (Special Educational Needs) met reken-specialisatie of een gelijkwaardige opleiding. Een andere vraag is echter hoe gedegen het reguliere rekenonderwijs is. Hoe kunnen rekenproblemen tijdig worden gesignaleerd om grotere problemen te voorkomen? Vaak wordt pas actie ondernomen als een leerling een grote achterstand heeft opgebouwd, vastgelopen is of dreigt vast te lopen. De problemen worden geleidelijk aan steeds complexer en het wordt steeds moeilijker om te achterhalen of het om een ernstig rekenprobleem gaat of om een rekenstoornis.

Bij de traditionele visie op een leerstoornis wordt meestal uitgegaan van een vaste structuur in de hersenen en een afwijking daarbinnen. Dehaene [5] veronderstelt dat kinderen vanaf de geboorte een mentale getallenlijn hebben voor het ontwikkelen van getalbegrip. Wanneer deze mentale getallenlijn onvoldoende ontwikkeld is of ontbreekt, spreekt hij van ontwikkelingsdyscalculie. Het kan volgens hem dan voorkomen dat kinderen een onvermogen hebben om hoeveelheden aan getallen en aan symbolen te koppelen, bijvoorbeeld een hoeveelheid ‘drie’ kunnen benoemen als ‘drie’ en dat kunnen koppelen aan het symbool ‘3’. DeHaene noemt dat de ‘triple code’. Andere onderzoekers, onder an-

deren Kucian en Von Aster [16], Von Aster [23] en Van Loosbroek [17], sluiten daarbij aan. Conclusies worden echter voorzichtig geformuleerd omdat de onderzoeken vaak kleinschalig zijn.

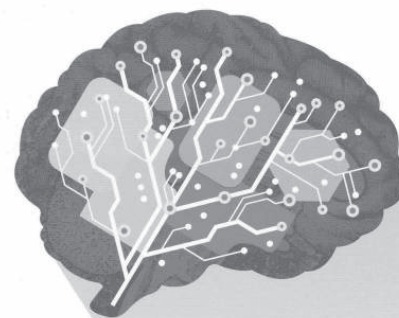
Uit meer recent neurologisch onderzoek blijkt echter dat hersenen zich flexibel ontwikkelen [7, 13–14]. Jolles [13–14] vergelijkt de ontwikkeling van het brein met het aanleggen van een infrastructuur van wegen. Aanvankelijk ontwikkelt het netwerk in het brein zich via allerlei routes, maar geleidelijk aan ontstaan hoofdwegen en zijwegen en worden routes steeds meer vastgelegd. Hij geeft aan dat wanneer bepaalde hersendelen nog niet uitontwikkeld zijn, andere hersendelen de taken kunnen overnemen. Alle delen van de hersenen werken samen. Dit proces van ontwikkelen, aanpassen en verder ontwikkelen gaat altijd door, ongeacht de leeftijd. De routes in het brein ontwikkelen zich in wisselwerking met de informatie die wordt verkregen vanuit de omgeving. Als alle hersengebieden van jongs af aan voldoende worden geprikkeld, kunnen zij zich geleidelijk aan optimaal ontwikkelen. De vraag is wanneer er dan sprake kan zijn van een leerstoornis.

Butterworth [2] beschrijft in zijn boek *What counts* dat iedereen in principe is 'born to count'. Dat betekent dat iedereen kan tellen en gevoel voor getallen ontwikkelt (numerosity). Hij constateert echter dat wanneer bepaalde hersengebieden onderontwikkeld zijn of zich anders hebben ontwikkeld, problemen kunnen ontstaan bij het leren rekenen. De persoon is dan 'born not to count'. Dit benoemt hij als dyscalculie. Maar als neurowetenschapper gaat ook hij uit van plasticiteit van de hersenen. Bij een juiste begeleiding en positieve ervaringen met rekenen kunnen kinderen alsnog geleidelijk aan leren omgaan

met getallen en hoeveelheden (*virtuous circle*, zie rechter afbeelding in Figuur 1). Bij onvoldoende of een onjuiste begeleiding en negatieve ervaringen kan gebrek aan zelfvertrouwen en faalangst ontstaan (*vicious circle*, zie linker afbeelding in Figuur 1) en nemen de problemen toe.

De neurowetenschap is nog volop in ontwikkeling, maar biedt interessante perspectieven. Onderzoek van Upson [22] naar het aanleren van nieuwe bewegingen door personen met een fysieke handicap, bijvoorbeeld, laat zien dat en hoe neuronen in de hersenen, aangestuurd en geregistreerd door een computergestuurd implantaat in de hersenen, meebewegen met de gedachten van de persoon. Ook onderzoek van Greenfield [8] naar de invloed van digitale media op de ontwikkeling van de hersenen kan leiden tot nieuwe inzichten over leren. Zij vergelijkt het gedrag van neuronen in de hersenen met het gedrag van taxichauffeurs in Londen. De taxichauffeurs weten de weg, maar als straten of woonwijken veranderen of nieuwe wegen worden aangelegd, passen de chauffeurs hun routes aan. Iedere chauffeur kiest de routes zoals hij de omgeving kent. Door de ontwikkelingen in de digitale wereld kunnen wij ons op het scherm eindeloos bewegen in ruimte en tijd. Een goed voorbeeld hiervan is de ontwikkeling van games waarin personen een eigen leefwereld kunnen bouwen, zoals bijvoorbeeld bij Minecraft. De persoon creëert een eigen digitale leefwereld en kan die omgeving voortdurend afstemmen op zijn wensen, maar de persoon stemt zijn handelen ook af op de mogelijkheden van de gecreëerde omgeving. De neuronen in de hersenen sturen het gedrag van de persoon aan en veranderen eveneens hun routes als de omgeving verandert. Het brein wordt gevormd door de ervaringen van de

MIND CHANGE



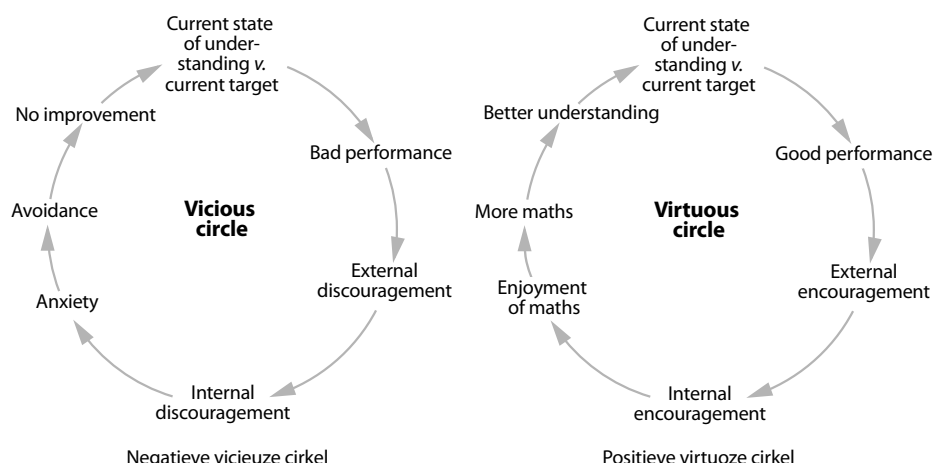
How digital technologies are leaving their mark on our brains

SUSAN GREENFIELD

Figuur 2 Omslag van *Mind change* van Susan Greenfield [8].

individuele persoon. De vraag is in hoeverre de ontwikkeling van de digitale technologie invloed heeft op de ontwikkeling van het brein en daarmee op de cognitieve en sociale ontwikkeling van de persoon. Wetenschappelijk onderzoek naar het leren en leerproblemen, maar ook naar bijvoorbeeld autisme, wordt daardoor steeds complexer. Ook de OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) is hier volop mee bezig [19–20].

Binnen de orthopedagogiek is huidig onderzoek naar rekenproblemen vooral gericht op de rol van het werkgeheugen en executieve functies. De eerste publicaties hierover dateren echter al vanaf de jaren zeventig [1]. Executieve functies sturen het handelen van de persoon aan en beïnvloeden het werkgeheugen. Hierbij spelen met name *inhibition* (uitschakelen van afleidende informatie), *shifting* (het wisselen tussen verschillende taken) en *updating* (het opslaan en bijwerken van informatie in het werkgeheugen) een rol. Kroesbergen e.a. [15] beschrijven dat inhibitie een beroep doet op het vermogen van de leerling om relevante informatie uit een opdracht te halen en afleidende informatie te negeren. Bij shifting moet de leerling eerst gebruikte informatie opslaan in het werkgeheugen en vervolgens relevante informatie uit het langetermijngeheugen oproepen. Bij updating moet de leerling tijdelijk informatie geordend opslaan en die vervolgens weer kunnen gebruiken. Inhibitie, shifting en updating zijn cruciaal bij het uitvoeren van complexe (reken)taken, bijvoorbeeld bij het vergelijken van aanbiedingen waarbij leerlingen te maken hebben met verpakkingen waarop



Figuur 1 De viciëuze en virtueuze cirkel (Protocol ERWD) zoals beschreven door Butterworth [2].

verschillende maten, bedragen en percentages voor korting staan vermeld. Rekenproblemen kunnen ontstaan door overbelasting van het werkgeheugen, maar ook hiervan is nog onvoldoende resultaat van onderzoek beschikbaar om dyscalculie te kunnen verklaren. Wel is er al literatuur beschikbaar over het versterken van executieve functies waardoor leerproblemen kunnen afnemen (zie bijvoorbeeld [4]).

Onderwijs

Opvallend is dat bij deze onderzoeken wel gekeken wordt naar wat kinderen wel of niet kunnen bij rekenen en naar psychologische functies, zoals onder andere geheugenaspecten en executieve functies, maar dat er nauwelijks aandacht is voor de didactiek van het rekenen. Juist het onderwijs heeft een grote invloed op de ontwikkeling van rekenkundige concepten en vaardigheden. De wijze waarop kinderen vanaf groep 1 leren rekenen en het tempo waarin, zijn cruciaal voor zwakke rekenaars en voor leerlingen met potentiële problemen. Preventie van rekenproblemen begint met afstemming van het onderwijs op de ontwikkeling van de leerling. Alleen Jolles [13] benadrukt het belang van meer interdisciplinaire samenwerking tussen gedragswetenschappers, neurowetenschappers, onderwijswetenschappers en praktijkdeskundigen.

Het is dan ook moeilijk een harde definitie van dyscalculie als leerstoornis te geven, omdat het onderwijs een belangrijke rol speelt in de ontwikkeling van het kind. Bij een langzame of problematische ontwikkeling bij rekenen kunnen ook ernstige problemen ontstaan als het onderwijs niet goed wordt afgestemd op de ontwikkeling van jonge kinderen. De verschijnselen kunnen daarbij lijken op die van dyscalculie. Naarmate in het onderwijs langer wordt gewacht met onderzoek naar de oorzaak van de problematiek worden de problemen groter en wordt het verschil tussen ernstige rekenproblemen en dyscalculie kleiner. In het algemeen is er geen harde grens aan te geven tussen ernstige rekenproblemen en dyscalculie [9, 18]. Slechts bij hardnekkige rekenproblemen spreken we van dyscalculie. Dat komt voor bij ongeveer twee procent van de leerlingen. (Dit is uitvoerig beschreven in de protocollen Ernstige RekenWiskunde-problemen en Dyscalculie (ERWD) voor po, vo en mbo, zie [9–11].)

Rekenproblemen en motivatie

De meeste rekenproblemen ontstaan in de onderbouw van het basisonderwijs. Als het echt om een problematische ontwikkeling

gaat, is dit zelfs al in groep 1 en 2 zichtbaar. Kinderen die geen hoeveelheden tot 10 kunnen overzien en benoemen, blijven haperen met tellen, de basisbegrippen als ‘erbij’, ‘eraf’ en ‘evenveel’ niet beheersen, geen goed tijdsbesef ontwikkelen en/of de dagen van de week niet kunnen onthouden, lopen risico’s. In groep 3 wordt meestal al duidelijk welke kinderen het tempo van de groep niet kunnen bijhouden. Daar moet al worden ingegrepen. Deze kinderen hebben direct extra ondersteuning nodig om problemen te voorkomen. Gebeurt dat niet, dan kan er een mismatch ontstaan tussen de ontwikkeling van het kind en het geboden onderwijs en worden de problemen geleidelijk aan steeds groter. De leerling loopt vast, er ontstaat onderwijsachterstand en de motivatie en het zelfvertrouwen van de leerling nemen af. Er kan faalangst en rekenangst ontstaan (zie Figuur 1). Dat betekent ook dat de weerstand tegen rekenen en daarmee de hardnekkigheid van de problemen toeneemt. Hoe langer men wacht, hoe groter de achterstand en hoe complexer de problemen kunnen worden. Uiteindelijk kan didactische resistentie ontstaan, óók voor remedial teaching. Tijdig en deskundig ingrijpen is noodzakelijk.

Rekenen in het basisonderwijs

Bovenstaande betekent dat kinderen verschillen in onderwijsbehoefte. Een school werkt over het algemeen met één rekenmethode waar alle kinderen les uit krijgen. Het is aan de leraar om verschillen in kinderen te observeren en daar rekening mee te houden. Hoe deskundiger de leraar, des te beter kan hij of zij het onderwijs op de leerling afstemmen. Bij een problematische ontwikkeling is het echter belangrijk altijd een interne rekenspecialist in te schakelen, zoals beschreven staat in de protocollen Ernstige RekenWiskunde-problemen en Dyscalculie (ERWD). In sommige situaties is diagnostisch onderzoek en intensieve ondersteuning noodzakelijk. Zelfs dan hoeft er nog geen sprake te zijn van dyscalculie. Bij een goede begeleiding kan het rekenen geleidelijk aan op gang komen en kunnen de meeste leerlingen zich alsnog goed ontwikkelen. In alle situaties geldt: hoe eerder de deskundige hulp op gang komt, hoe beter. Bij voorkeur al vanaf groep drie. Essentieel is het voorkomen van vastlopen en stagnatie in de ontwikkeling. Soms is daarvoor extern diagnostisch onderzoek noodzakelijk.

Rekenproblemen in het voortgezet onderwijs

Sommige leerlingen komen met een dyscal-



Figuur 3 Boekomslag van *Raamwerk scholing en nascholing rekendocent vo/mbo* [12].

culieverklaring binnen in het voortgezet onderwijs. Van belang is dan om vanaf het begin de begeleiding voort te zetten. Overleg met de basisschool is noodzakelijk om het onderwijs goed te kunnen afstemmen op de leerling. Deze leerlingen kunnen in alle leerroutes van het voortgezet onderwijs voorkomen, dus ook in havo/vwo.

Ook bij een gezonde en normale ontwikkeling stromen kinderen toch op verschillende niveaus uit naar het voortgezet onderwijs. Het ene kind is nou eenmaal sneller in zijn ontwikkeling dan het andere kind. Ook verschillen kinderen in analytisch en probleemoplossend vermogen. Aan het einde van groep acht kan het rekenniveau bij kinderen uiteenlopen van groep zes tot en met groep acht. Dat betekent dat het gestelde niveau 1F door sommige kinderen nog lang niet gehaald is. Dat wil niet zeggen dat zij het niet kunnen halen. Zij hebben alleen meer tijd nodig en dus goed rekenonderwijs in het voortgezet onderwijs, vooral in de onderbouw. Een bijkomend probleem is echter dat deze leerlingen, de zwakke rekenaars, vaak zelf ook al begrijpen dat zij langzamer zijn dan andere leerlingen en gaan denken dat zij niet kunnen rekenen. Dit bevordert niet de motivatie en het zelfvertrouwen van deze leerlingen (zie Figuur 1).

Bij zowel de zwakke rekenaars als bij de leerlingen met ernstige rekenproblemen, soms zelfs met een dyscalculieverklaring, zien we dat zij grote moeite kunnen hebben met de leerstof van de bovenbouw van het basisonderwijs: breuken, procenten, kommagetallen, metriek stelsel, complexe opgaven.

Dat maakt het voor de rekendocent in het voortgezet onderwijs niet eenvoudiger. Ook hier blijkt dat de leerstof van een rekenmethode vaak niet toereikend is. (Met de rekendocent bedoelen we zowel mannen als vrouwen.) Ook dan is de rekendocent de cruciale schakel tussen de leerling en de leerstof. Een goed opgeleide rekendocent kan differentiëren en kan het rekenonderwijs optimaal afstemmen op de leerlingen. Hierbij gaat het met name om een goede didactische aanpak en niet alleen om het inzetten van allerlei hulpprogramma's (zie hiervoor [12]).

Bij sommige leerlingen kan dan alsnog blijken dat problemen hardnekkig zijn. De vraag is dan of het komt door opgebouwde faalangst en weerstand of misschien toch door andere factoren in de leerling zelf. Een intern diagnostisch onderzoek door een rekenspecialist is dan gewenst om het onderwijs nog nauwkeuriger te kunnen afstemmen (zie hiervoor de protocollen ERWD2 (vo) en ERWD3 (mbo)). Lukt het dan nog niet, dan kan alsnog een extern diagnostisch onderzoek worden aangevraagd om eventueel een dyscalculieverklaring te verkrijgen of andere oorzaken vast te stellen.

Naarmate een leerling ouder wordt, heeft het echter steeds minder zin om een dyscalculieverklaring af te geven. Er komt steeds meer ruis vanuit het onderwijs bij, zowel vanuit de didactische aanpak als vanuit de leerling zelf. Hardnekkige rekenproblemen kunnen ook ontstaan door een mismatch tussen de leerling en de geboden didactische ondersteuning en tevens door groeiende rekenangst en weerstand vanuit de leerling. Dit kan een vertekend beeld geven van de oorzaken van de rekenproblemen, waardoor zuivere dyscalculie steeds moeilijker is vast te stellen. Een dyscalculieverklaring op zich helpt niet. Alleen deskundige begeleiding vanuit de school en/of externe ondersteuning kan helpen. Hierbij staat het werken aan zelfvertrouwen en motivatie, en het wegnemen van weerstand en rekenangst voorop. Tegelijkertijd is een zorgvuldige didactische aanpak voor het leren rekenen noodzakelijk: passend onderwijs. Een deskundige, enthousiaste rekendocent of remedial teacher is daarbij de sleutelfiguur.

De rekentoets

Ruis bij het diagnostisch onderzoek naar rekenproblemen en dyscalculie is dan ook de reden waarom het in de bovenbouw van het voortgezet onderwijs (en in het mbo) geen zin meer heeft een dyscalculieverklaring af te geven, ook niet voor de rekentoets. Een dyscal-

culieverklaring kan zelfs belemmerend werken voor de toekomstige beroepsopleiding van de leerling. Een leerling die in aanmerking komt voor de aangepaste rekentoets op het vo (de ER-toets) of het aangepaste rekenexamen in het mbo (het ER-examen), zoals beschreven door het College voor Toetsen en Examens (CvTE), heeft daarom geen dyscalculieverklaring nodig (zie [24]). De school moet aangeven welke inspanningen zij heeft verricht om de leerling optimaal te begeleiden.

Deskundigheid in de school

Rekenzwakke leerlingen zijn gebaat bij deskundige leraren. Zeker als een leerling in aanmerking komt voor extra ondersteuning is specifieke kennis van de rekendidactiek noodzakelijk. Het is dan ook gewenst om in elke school een rekenspecialist in huis te hebben, of, in een samenwerkingsverband, een bovenscholse rekenspecialist. Daarnaast is het van belang, zeker ook in het voortgezet onderwijs, dat rekendocenten een adequate (na)scholing hebben gehad.

Een goede rekendocent is op de hoogte van de referentieniveaus en is door en door vertrouwd met de vier rekendomeinen (getallen, verhoudingen, meten en meetkunde, verbanden) en de leerlijnen daarbinnen. Hij kan rekengesprekken voeren met de leerlingen en kan daardoor achterhalen wat leerlingen al weten en kunnen en waar zij nog behoefte hebben aan uitleg en oefening (bijvoorbeeld bij breuken, procenten en het metriek stelsel). Door boeiende en actuele onderwerpen te bespreken tijdens de rekengesprekken (ook al past dat soms niet in de methode), kunnen leerlingen weer gemotiveerd worden en plezier krijgen in rekenen. Ook activerende werkvormen en samenwerkend leren kunnen de motivatie van leerlingen bevorderen. Een goede, enthousiaste en deskundige rekendocent is belangrijker dan een goede rekenmethode.

Een goede rekendocent is geen slaaf van de rekenmethode of van computerprogramma's. Hij is vertrouwd met de vier hoofdfasen (zie hiervoor de protocollen ERWD2 (vo) en ERWD3 (mbo)) in de rekenkundige ontwikkeling (conceptontwikkeling, ontwikkeling van procedures, oefenen en toepassen) en kan, waar nodig, de leerstof aanpassen en afstemmen op de ontwikkeling van de leerlingen. Hij biedt voldoende visuele ondersteuning in de vorm van denkmodellen en kan op verschillende handelingsniveaus differentiëren. Ook kan hij rekensoftware op een juiste wijze inpassen in zijn lessen.

In specifieke situaties werkt de rekendocent samen met een rekenspecialist. Samen

stemmen zij op basis van een individueel ondersteuningsplan de leerstof en het tempo af op individuele leerlingen met ernstige rekenproblemen of dyscalculie. Deze leerlingen krijgen, waar mogelijk, (extra) individuele ondersteuning of les in kleine groepjes. De rekendocent en de rekenspecialist zijn beiden onmisbaar voor een optimale begeleiding van leerlingen met ernstige rekenproblemen en dyscalculie.

Over de auteur

Mieke van Groenestijn is orthopedagoog, onderwijskundige en emeritus lector gecijferdheid bij Hogeschool Utrecht. Zij is gepromoveerd op het onderwerp *Gecijferdheid van volwassenen in basiseducatie*. Zij heeft ruim dertig jaar gewerkt bij Hogeschool Utrecht en haar voorlopers, waaronder ruim twintig jaar als opleider bij het Seminarium voor Orthopedagogiek bij de opleidingen voor remedial teachers po en vo, met name voor rekenproblemen en dyscalculie. Haar interesse ligt vooral in de ontwikkeling van rekenen bij kinderen en jongeren en het ontstaan en voorkomen van rekenproblemen. Zij heeft veel onderzoek gedaan naar rekenkennis en rekenvaardigheid in vo, mbo en volwasseneneducatie. Zij is hoofdauteur van de rekenwiskundemethode *Wizwijs* (Uitgeverij Zwijsen), projectleider van de protocollen *Ernstige RekenWiskunde-problemen* en *Dyscalculie* (ERWD PO, VO en MBO) en projectleider van het *Raamwerk scholing en nascholing rekendocent vo/mbo*.



Mieke van Groenestijn

Referenties

- 1 A.D. Baddeley en G. Hitch, Working memory, in G.H. Bower (ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*, Vol. 8, Academic Press, New York, 1974, pp. 47–89.
- 2 B. Butterworth, *What counts. How every brain is hardwired for math*, Free Press, New York, 1999.
- 3 College voor Toetsen en Examens, *Pilot dyscalculie/ernstige rekenproblemen – rekentoets VO 2014–2015*, www.examenblad.nl/document/voorlichtingsbrochure-pilot-2.
- 4 P. Dawson en R. Guare, *Slim maar... Help kinderen hun talenten benutten door hun executieve functies te versterken*, Hogrefe Uitgevers, Amsterdam, 2011.
- 5 S. Dehaene, *The number sense: How the mind creates mathematics*, Oxford University Press, 1997.
- 6 J.J. Dumont, *Leerstoornissen: Deel 1: Theorie en model*, Lemniscaat, Rotterdam, 1976.
- 7 U. Goswami, *Cognitive development: The learning brain*, Psychology Press, Hove, 2007.
- 8 S. Greenfield, *Mind change. How digital technologies are leaving their marks on our brains*, Rider, Ebury Publishing, London, 2014.
- 9 M. van Groenestijn, C. Borghouts en C. Janssen, *Protocol Ernstige RekenWiskunde-problemen en Dyscalculie (BAO, SBO, SO)*, Koninklijke Van Gorcum / NVORWO, Assen, 2010.
- 10 M. van Groenestijn, G. van Dijken en D. Janson, *Protocol Ernstige RekenWiskunde-problemen en Dyscalculie (2, VO)*, Koninklijke Van Gorcum / NVORWO, Assen, 2012.
- 11 M. van Groenestijn, G. van Dijken en D. Janson, *Protocol Ernstige RekenWiskunde-problemen en Dyscalculie (3, MBO)*, Koninklijke Van Gorcum / NVORWO, Assen, 2012.
- 12 M. van Groenestijn en V. Jonker (red.), *Raamwerk scholing en nascholing rekendocent vo/mbo. Bouwstenen voor deskundige rekenonderwijs*, ALL educatief, Woerden, 2014.
- 13 J. Jolles, *Ellis en het verbreinen: Over herkennen, gedrag en cognitie*, Neuropsych Publishers, Amsterdam, 2010.
- 14 J. Jolles, R. De Groot, J. Van Benthem, H. Dekkers, C. De Glopper, H. Uijlings en A. Wolff-Albers, *Leer het brein kennen: Over een 'New Learning Science' op het kruispunt van neurowetenschap, cognitiewetenschap en onderwijs-wetenschap: resultaat van een invitational conference georganiseerd door NWO op 5 februari 2004*, SWO, Den Haag, 2005.
- 15 E.H. Kroesbergen, S.H.G. van der Ven, M.E. Kolkman, J.E.H. van Luit en P.P.M. Leseman, Executieve functies en de ontwikkeling van (voorbereidende) rekenvaardigheid, *Pedagogische Studiën* 86(5) (2009), 334–349.
- 16 K. Kucian en M. Von Aster, Dem Gehirn beim Rechnen zuschauen: Ergebnisse der funktionellen Bildgebung, in M. von Aster en J.H. Lorenz (eds.), *Rechenstörungen bei Kindern: Neurowissenschaft, Psychologie, Pädagogik*, Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen, 2006, pp. 54–72.
- 17 E. van Loosbroek, De biologische basis van ontwikkelingsdyscalculie, in M. Dolk en M. van Groenestijn (red.), *Dyscalculie in discussie*, Van Gorcum, Assen, 2006, pp. 16–21.
- 18 J.E.H. van Luit, *Dyscalculie, een stoornis die telt* (Oratie, Universiteit Utrecht), Graviant Educatieve Uitgaven, Doetinchem, 2010.
- 19 OECD/CERI, *Understanding the Brain: towards a New Learning Science*, OECD, Parijs, 2002, www.oecd.org/edu/cei/31706603.pdf.
- 20 OECD/CERI, *Understanding the Brain: the birth of a Learning Science. New insights on learning through cognitive and brain science*, OECD, Parijs, 2007, www.oecd.org/site/educer21st/40554190.pdf.
- 21 A.J.J.M. Ruijsenaars, J.E.H. van Luit en E.C.D.M. van Lieshout, *Rekenproblemen en Dyscalculie. Theorie, onderzoek, diagnostiek en behandeling*, Lemniscaat, Rotterdam, 2004.
- 22 S. Upson, Worden wij cyborgs?, *Psyche en brein, tijdschrift voor psychologie, gezondheid, hersenonderzoek en opvoeding* 1 (2015), 72–77, www.eosmagazine.eu.
- 23 M. Von Aster, Wie kommen Zahlen in den Kopf? Ein modell der normalen und abweichenden Entwicklung zahlenverarbeitender Hirnfunktionen, in M. von Aster en J.H. Lorenz (red.), *Rechenstörungen bei Kindern: Neurowissenschaft, Psychologie, Pädagogik*, Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen, 2005, 13–33.
- 24 <http://www.examenblad.nl/onderwerp/pilot-dyscalculie-rekentoets-vo/2015#par3>.