

Het profiel van kinderen met dyscalculie: Hoe draagt het Opportunity-Propensity-model (O-P) bij tot meer inzicht?

In deze bijdrage staan we stil bij het Opportunity-Propensity-model (O-P). Dit blijkt inzetbaar te zijn om individuele verschillen in rekenen en het profiel van kinderen met dyscalculie beter te begrijpen. Het O-P-model bundelt distale factoren (zoals SES, geboortegewicht, plaats in de kinderrij en ouderlijke verwachtingen), opportunity factoren (zoals ervaring van de leerkracht) en propensity factoren (zoals intelligentie, werkgeheugen, motivatie, temperament, persoonlijkheid, algemene zelfwaardering, subjectief welbevinden en competentiebeleving) om snelheid en accuraatheid in typisch en atypisch rekenen in kaart te brengen. In een onderzoek werden kinderen met dyscalculie vergeleken met leeftijdgenoten zonder leerstoornissen in het 3^{de} tot 6^{de} leerjaar op het vlak van deze factoren. Uit de resultaten blijkt dat kinderen met dyscalculie meer negatieve gevoelens op school rapporteerden dan leeftijdgenoten zonder leerstoornissen. Kinderen met dyscalculie hadden een hogere BAS (temperament). Ze waren minder open, consciëntieus en emotioneel stabiel (persoonlijkheid). Verder waren kinderen met dyscalculie minder autonoom gemotiveerd dan leeftijdgenoten zonder leerstoornissen. Ook de ouderlijke verwachtingen van kinderen met en zonder dyscalculie verschilden. Implicaties voor de diagnostiek van dyscalculie worden belicht.

Dyscalculie

Het hebben van een ernstige en hardnekkige achterstand in rekenvaardigheden die niet volledig te verklaren valt vanuit andere oorzaken zoals bijvoorbeeld verlaagde

intelligentie of aandachtstekort, wordt ook wel dyscalculie genoemd (Ghesquière, 2014).

¹ Elke Baten is wetenschappelijk medewerker aan de Onderzoeksgroep Ontwikkelingsstoornissen van de Universiteit Gent. Prof. dr. Annemie Desoete is als hoogleraar verbonden aan dezelfde onderzoeksgroep. Verder is ze lector aan de opleiding bachelor Logopedie aan de Arteveldehogeschool. Contactadres: annemie.desoete@ugent.be

> Categoriële diagnose

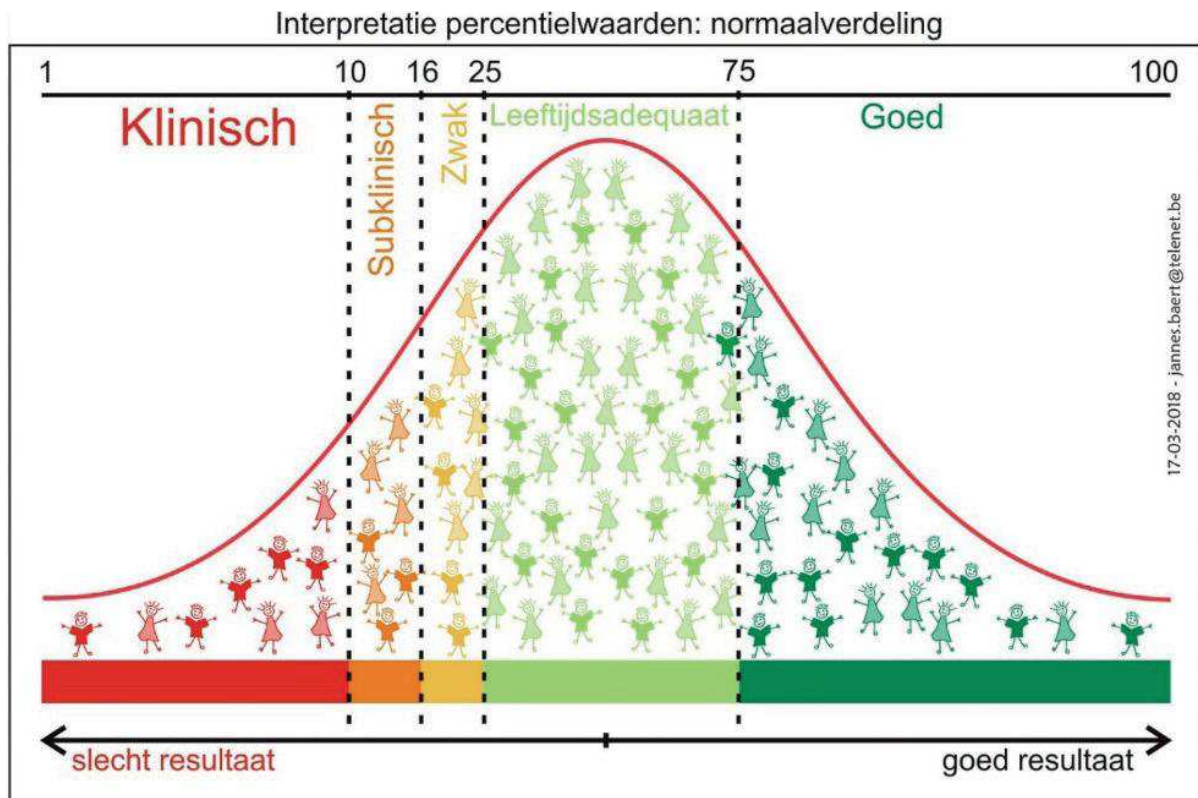
Om dyscalculie in Vlaanderen te definiëren verwijst men conform internationaal onderzoek (o.m. Siegel, 2018) naar drie voorwaardelijke beschrijvende criteria (Ghesquière, 2014). Het gaat om het ernstcriterium, het (mild) exclusiecriteria en het criterium van de hardnekkigheid (Desoete, 2014; 2015).

Het eerste voorwaardelijke criterium is het ernstcriterium. Er moet een ernstige achterstand (< percentiel 10) zijn op het vlak van rekenen op een voor Vlaanderen gevalideerde rekentest (zie Figuur 1).

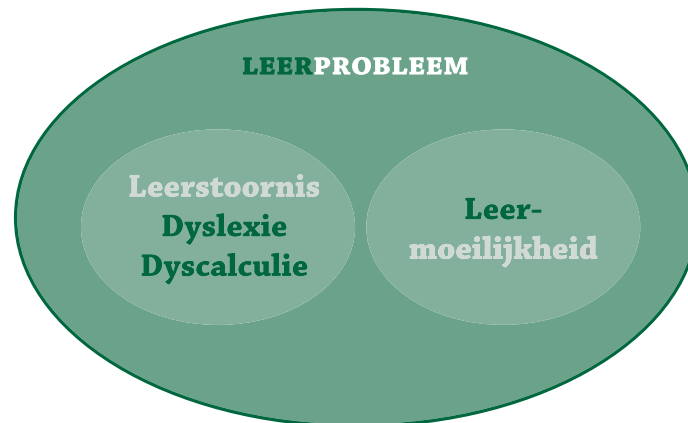
Het tweede voorwaardelijke criterium om te spreken van dyscalculie verwijst naar het mild exclusiecriteria. Hiermee bedoe-

len we dat er geen andere verklaringen mogen zijn die ‘alles’ van het zwak rekenen verklaren om van dyscalculie te kunnen spreken. Als iemand globaal zwakker begaafd is en als er sprake is van een algemeen onderpresteren die alles verklaart, dan spreken we niet over een leerstoornis, maar wel over een leermoeilijkheid (zie Figuur 2).

Het derde voorwaardelijke criterium om van dyscalculie te kunnen spreken is de ‘didactische resistentie’ (lack of ‘Responsivity to Instruction’, RTI) of het hardnekkigheids-criterium. Dit criterium houdt in dat er na de eerste klinische score een taakspecifieke en optimale interventie opgestart werd waarbij men adequaat, optimaal en intensief met begeleiding op maat probeerde om dit onderpresteren te remediëren of op te



Figuur 1: Visualisatie van een ‘klinische’ score



Figuur 2: *Probleem versus stoornis en moeilijkheid*

lossen. Bovendien spreken we pas van dyscalculie als die optimale instructie (gedurende 6 maanden) niet tot een ‘inhaalbeweging’ geleid heeft, maar er nog steeds klinische scores zijn (zie eerste criterium). In dat geval is er voldaan aan het criterium van de hardnekkigheid.

De internationale prevalentiecijfers van dyscalculie liggen tussen de 2 en de 7 procent (Butterworth, Varma & Laurillard, 2011; Desoete, Roeyers & De Clercq, 2004; Pappas & Drigas, 2015; Von Aster, 2000), waarbij de stoornis ongeveer even vaak voorkomt bij mannen als bij vrouwen (Dirks, Spyer, Van Lieshout, & De Sonnevillie, 2008; Moll, Kunze, Neuhoff, Bruder, & Schulte-Körne, 2014; Shalev, 2004; Soares, Evans, & Patel, 2018). Er is evenwel een sterk verhoogd risico als er in de familie dyscalculie is. Shalev en collega’s vonden dat 53 procent van de ouders, 53 procent van de broers en 52 procent van de zussen van kinderen met dyscalculie ook een diagnose dyscalculie hadden. Verder had ook 33 procent van de tweedegraadsverwanten deze diagnose. Een Vlaams onderzoek bevestigde de familiale predispositie voor dyscalculie (Desoete, Praet, Titeca & Ceulemans, 2013).

› Neurobiologische ontwikkelingsstoornis

Dyscalculie is een neurobiologische ontwikkelingsstoornissen. Dat wil zeggen dat er een biologische basis is voor de stoornis en dat er tijdens bepaalde taken (bv. tijdens het rekenen) verschillen zichtbaar zijn in de hersenen.

Verschillende regio’s in het brein blijken geassocieerd te zijn met rekenen (Ashkenazi, Black, Abrams, Hoeft, & Menon, 2013; De Smedt, Peters & Ghesquière, 2019). Een fMRI-studie bij 38 kinderen met en zonder dyscalculie stelde vast dat er gelijkaardige cerebrale activatiepatronen waren bij beide groepen, maar dat de patronen meer diffuus bleken te zijn bij de kinderen met dyscalculie. Daarnaast waren er ook meer individuele verschillen in de dyscalculiegroep. Verder vond men dat er een lagere activatie was in de linker intra pariëtale sulcus (IPS), de rechter inferieure frontale gyrus (IFG) en de rechter middel frontale gyrus (MFG), gebieden die vooral belangrijk zijn voor schattend rekenen. Wanneer het ging om exact rekenen waren de verschillen tussen de twee groepen kleiner (Kucian e.a., 2006).

Verder bleek uit een TMS-studie dat proefpersonen zonder dyscalculie na stimulatie van de rechter IPS op eenzelfde manier presteerden als hun leeftijdgenoten met dyscalculie. Hieruit werd afgeleid dat de rechter IPS een belangrijk onderdeel is van de neurobiologie die ten grondslag ligt aan dyscalculie (Cohen Kadosh e.a., 2007; Kadosh & Dowker, 2015).

Daarnaast is er onderzoek dat aantoont dat tien single-nucleotide polymorfieën (SNP's) significant geassocieerd zijn met rekenvaardigheden. Drie daarvan bleven significant na een Bonferoni-correctie. Geïsoleerd leverden de SNP's maar een kleine bijdrage, maar gecombineerd waren ze gerelateerd aan 2,9 procent van de variantie bij rekenvaardigheden (Carvalho & Haase, 2019; Docherty e.a., 2010).

› Geïsoleerd of in combinatie met andere stoornissen?

Comorbiditeit is bij dyscalculie meer regel dan uitzondering (Desoete, 2017; Pennington, 2006; Scheiris & Desoete, 2008). Er is al vrij lang evidentie voor een genetische overlap tussen lees- en rekenprestaties (Knopik, Alarcon & DeFries, 1997). Aan de hand van tweelingenstudies stelde men vast dat ongeveer 20 procent van de dyscalculie het gevolg was van genetische invloeden, die tevens leestekorten veroorzaken (Knopik e.a., 1997). Verder bleken tussen de 20 tot 40 procent van de kinderen met een leerstoornis ook aan de criteria voor ADHD te voldoen (Desoete & Warreyn, 2018; Hendren, Half, Black, White & Hoefft, 2018) te voldoen. Bij 25 procent van de kinderen met dyscalculie in Vlaanderen werd ten slotte een Developmental Coordination Disorder (DCD) vastgesteld (Pieters e.a., 2009; 2012; 2013). Omwille van die comor-

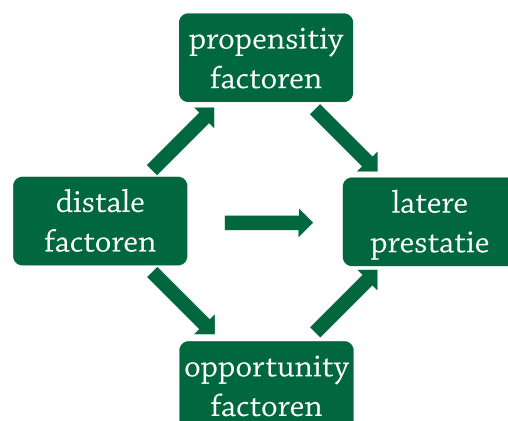
biditeit komen kinderen met dyscalculie soms terecht in Centra voor Ambulante Revalidatie (CAR).

Predictoren voor vaardig rekenen: Opportunity-Propensity-model

Vaardig rekenen bij de start van het lager onderwijs blijkt één van de sterkste voorspellers te zijn voor toekomstig academisch slagen (Claessens & Engel, 2013; Duncan e.a., 2007). Individuele verschillen hierin blijken vaak aan te houden doorheen de hele schoolloopbaan en tot in het latere leven (Deary, Whalley, Lemmon, Crawford & Starr, 2000).

› Predictoren bundelen in een model

Byrnes en Miller (2007a) bundelen de predictoren voor individuele verschillen in drie categorieën: distale factoren, opportunity factoren en propensity factoren, zoals in Figuur 3 weergegeven wordt.



Figuur 3. Predictoren voor rekenen (vrij naar Byrnes en Miller, 2007, p. 602)

In dit Opportunity-Propensity-model (O-P-model) verklaren de distale factoren (zoals ouderlijke verwachtingen, ouderlijke aspiraties, enz.) waarom sommige mensen blootgesteld worden aan meer O-factoren en beschikken over meer P-factoren.

Propensity factoren (P) zijn alle factoren eigen aan het kind die ervoor zorgen dat het kind in staat is gebruik te maken van de kansen, maar ook de wil heeft om de kansen te benutten of op te nemen. Propensities kun je vergelijken met een ‘spons’ die de aangeboden opportuniteiten ‘absorbeert’ en zo resulteren in rekenprestaties. Ten slotte zijn er de Opportunity factoren (O): alle factoren die kansen aanbieden aan het kind om tot ‘leren’ te komen.

› Distale predictoren

Onderzoek toont het belang aan van verschillende zogenaamd ‘distale’ predictoren voor het vaardig rekenen. Zo blijken *sociaal-economische vaardigheden* (SES) een rol te spelen, vooral bij lage inkomens (Wang e.a., 2013). Een Amerikaanse studie bij 198 kinderen toonde aan dat zowel kinderen uit de hoge als middenklasse beter waren in rekenen dan kinderen uit een lagere sociaal-economische klasse (Klibanoff, Levine, Huttenlocher, Vasilyeva & Hedges, 2006).

Verder zijn het *geboortegewicht* en de *plaats in de kinderrij* voorspellend voor een deel van de variantie in het vaardig rekenen (Desoete, 2008; Isaacs, Edmonds, Lucas & Gadian, 2001).

Ook de *ouders* bleken een rol te spelen in het voorspellen van rekenvaardigheden van kinderen. Verder bleken ook *ouderlijke verwachtingen* van belang. Een studie bij

een 90-tal zesjarige kinderen toonde aan dat de verwachtingen die ouders hebben een bijdrage kon leveren in het voorspellen van rekenvaardigheden van kinderen (Kleemans, Peeters, Segers & Verhoeven, 2012). Dit werd bevestigd in een longitudinale studie bij Amerikaanse studenten waar de ouderlijke verwachtingen zelfs een sterkere predictor bleken te zijn dan de verwachtingen van de student zelf. Ook speelden de verwachtingen van ouders mee in de keuze van het aantal uren wiskunde, wat ook de wiskunderesultaten ging beïnvloeden (Froiland & Davison, 2016).

› Propensity predictoren (P)

Naast distale predictoren zijn er ook belangrijke propensity predictoren (P) voor het vaardig leren. We maken een onderscheid tussen cognitieve (temperament, persoonlijkheid, intelligentie en werkgeheugen) en niet-cognitieve P-factoren (motivatie, zelfbeeld, enz.).

Cognitieve P-factoren

Temperament en persoonlijkheid

Temperament kunnen we, als propensity-factor, beschrijven als de biologische basis van de persoonlijkheid (Gray, 1981). De Reward Sensitivity theorie stelt dat er twee hersensystemen zijn, namelijk het Behavioral Approach System (BAS) en het Behavioral Inhibition System (BIS), die in interactie het temperament van de mens beïnvloeden (Gray, 1981). Het BAS-systeem is gevoelig voor beloning. BIS daarentegen motiveert het individu vooral om gedrag te stellen zodat straf, gevaar of negatieve gebeurtenissen vermeden worden (De Clercq, 2011). Uit een Amerikaanse studie bij 69 personen bleek dat de mate van BIS een goede voor-

speller was voor de mate van nervositeit. Verder bleek de mate van geluk samen te hangen met de score op BAS (Carver & White, 1994). Beide systemen lijken ook geassocieerd te zijn met verschillende regio's in het brein en met andere neurotransmitters, aldus Rothbart en collega's (2000). Zo zou het BAS-systeem vooral beïnvloed worden door dopamine en noradrenaline, terwijl bij het BIS-systeem vooral noradrenaline en serotonine een rol zouden spelen (Rothbart e.a., 2000). Temperament wordt vaak gezien als de biologische basis van de persoonlijkheid.

Persoonlijkheid wordt gedefinieerd als een set psychologische kenmerken en mechanismes, binnen het individu, die georganiseerd en relatief duurzaam zijn en die zijn of haar interacties met en aanpassingen aan de omgeving beïnvloeden (Spinath, Freudenthaler & Neubauer, 2010).

De meest gebruikte conceptualisering van persoonlijkheid is het Big-Five-model (McCrae & Costa, 1995; 1997). Dit model gaat uit van vijf brede persoonlijkheidstrekken. Extraversie geeft aan in welke mate iemand nood of behoefte heeft aan sociaal contact en aandacht (Ashton, Lee & Paunonen, 2002). Een hoge score op altruïsme duidt op het feit dat het individu houdt van harmonieuze sociale interactie, terwijl een lage score duidt op het door drukken van ideeën en conflict (Tobin & Graziano, 2002). Emotionele stabiliteit of neuroticisme verwijst naar de mate waarin mensen emotioneel stabiel zijn (De Clercq, 2011). Neurotische mensen zijn van nature onzeker en maken zich zeer snel zorgen (De Raad, 2006). Consciëntieusheid verwijst dan weer naar de mate van controle en discipline die een individu heeft. Openheid verwijst naar de

mate waarin mensen open staan voor nieuwe ervaringen (De Clercq, 2011).

In een onderzoek bij 1353 Oostenrijkse kinderen bleek dat vooral consciëntieusheid van belang was voor een goede prestatie op rekenen (Spinath, Harald Freudenthaler & Neubauer, 2010). In een ander onderzoek leek openheid geassocieerd te zijn met vaardig rekenen, zelfs als men controleerde voor de intelligentie (Zhang & Ziegler, 2016). Men vond negatieve correlaties tussen neuroticisme en rekenen (Trapmann, Hell, Hirn & Schuler, 2007; Zhang & Ziegler, 2016).

Intelligentie en werkgeheugen

Diverse onderzoeken tonen ook aan dat de *intelligentie* een effect heeft op rekenvaardigheden (Taub, Floyd, Keith & McGrew, 2008; Weber, Lu, Shi & Spinath, 2013). Uit een Duitse studie bij een 70-tal middelbare studenten bleek dat 'fluid intelligentie' gerelateerd was wiskunde (Dix & van der Meer, 2015). Ook in een Fins onderzoek bij meer dan 120 middelbare studenten stelde men vast dat 39 procent van de variantie van rekenprestaties hierdoor verklaard kon worden (Kyttälä & Lehto, 2008). Een longitudinale studie bij meer dan 70.000 Engelse kinderen tussen 11 en 16 jaar leverde een correlatie op van .77 tussen rekenprestaties en intelligentie (Deary, Strand, Smith & Fernandes, 2007).

Onderzoek toonde ook positieve correlaties tussen *werkgeheugen* en rekenen (Dix & van der Meer, 2015; Peng & Fuchs, 2016). Een longitudinale studie in Schotland (n=124) toonde een positief verband tussen het kortetermijngeheugen, het werkgeheugen en de executieve functies en latere academische prestaties (Holmes & Adams, 2006).

Een gelijkaardig onderzoek bij 106 Vlaamse kinderen vond dat het visuospatiële kladblok een unieke voorspeller was voor rekenen in het 1^{ste} leerjaar, terwijl de fonologische lus een goede unieke voorspeller was voor rekenen in het 2^{de} leerjaar (De Smedt e.a., 2009). Ook bij dyscalculie bleek werkgeheugen een rol te spelen om de rekenproblemen te verklaren (De Weerdt, Desoete & Roeyers, 2013; Geary, Hoard, Byrd-Craven, Nugent & Numtee, 2007; Gathercole & Pickering, 2000; Mclean & Hitch, 1999; Passolunghi & Siegel, 2004).

Niet-cognitieve P-factoren

Er zijn ook een aantal niet-cognitieve P-factoren, bijvoorbeeld motivatie, zelfbeeld, enz. We gaan er hieronder nader op in.

Motivatie

Ook motivatie vervult een rol in het voorspellen van rekenen (Baten, Pixner & Desoete, 2019). Motivatie heeft betrekking op wat mensen beweegt om te handelen, te denken en te ontwikkelen. Een toonaangevende theorie rond motivatie, de zelfdeterminatietheorie (ZDT; Ryan & Deci, 2000), stelt dat er verschillende types motivatie bestaan. Naast intrinsieke motivatie is er ook extrinsieke motivatie. Extrinsieke

motivatie gaat om het rekenen om een beloning te krijgen of een straf te vermijden (Deci & Ryan, 2008).

Onder de beide vormen van motivatie bestaan er vier vormen van regulatie (Deci & Ryan, 2008). De externe regulatie is de meest gecontroleerde vorm, waarbij gedrag gestuurd wordt door druk en verplichtingen buiten de persoon. Daarnaast is er de geïntrojecteerde regulatie, waarbij het individu zichzelf druk op legt om bijvoorbeeld een gevoel van schaamte uit de weg te gaan. Externe en geïntrojecteerde regulatie worden gegroepeerd als 'gecontroleerde motivatie'. Daarnaast is er de geïdentificeerde regulatie, waarbij iemand die niet graag rekt toch goed studeert voor een toets, omdat hij weet dat hij later wiskunde nodig zal hebben. Als laatste is er de geïntegreerde regulatie, waarbij men studeert voor wiskunde om iets meer te bereiken dan enkel de voldoening op zich.

Geïdentificeerde, geïntegreerde en intrinsieke regulatie vallen onder de noemer van 'autonome motivatie'. Autonome motivatie omvat gedrag waarin men volledig volgens de eigen wil keuzes maakt (Deci & Ryan, 2008).

In Figuur 4 worden de verschillende vormen

	Gecontroleerde motivatie		Autonome motivatie		
Motivatie	Extrinsiek	Extrinsiek	Extrinsiek	Extrinsiek	Intrinsiek
Type regulatie	Extern	Geïntrojecteerd	Geïdentificeerd	Geïntegreerd	Intrinsiek
Motivationale drijfveer	Verwachtingen, beloningen, straf	Schuld, schaamte, angst, trots	Persoonlijke waarde, persoonlijk zinvol	Harmonie, coherentie	Plezier, interesse
Onderliggende emoties	Stress, druk	Stress, druk	Welwillendheid, vrijheid	Welwillendheid, vrijheid	Welwillendheid, vrijheid

Figuur 4: Types motivatie (vrij gebaseerd op Deci & Ryan, 2000)

van regulatie verder geduid en wordt een overzicht geboden van de verschillende soorten motivatie volgens de zelfdeterminatietheorie van Deci en Ryan (2000).

Taylor e.a. (2014) vond in een meta-analyse positieve relaties tussen autonome motivatie en algemene schoolse vaardigheden, en negatieve relaties tussen gecontroleerde motivatie en academisch slagen.

Zelfbeeld en emoties

De meta-analyse van Bender en Wall (1994) toonde verder aan dat kinderen met leerproblemen een lager academisch *zelfbeeld* hebben, minder in hun eigen vaardigheden geloven en een negatieve attributiestijl hanteren. Ook Colomeischi en collega's (2015) toonden aan dat affectieve factoren van belang zijn in het verklaren van individuele verschillen in het leren rekenen.

Watson, Clark en Tellegen (1988) omschrijven *positief affect* als "de mate waarin iemand zich enthousiast, actief en alert voelt". Positieve emoties zouden aldus Colomeischi en collega's (2015) het gebruik van cognitieve strategieën en creativiteit vergemakkelijken. Negatieve emoties daarentegen zouden deze strategieën belemmeren. Veel *negatief affect* zou gepaard gaan met gevoelens als woede, afkeer, schuld, angst en nervositeit (Awang-Hashim, Kaur & Noman, 2015; Crawford & Henry, 2004; Gill, Bos, Wit & De Jonge, 2017; Weber, Wagner & Ruch, 2016). Negatief affect zou een voorspeller zijn voor angst (Crawford & Henry, 2004) en sterk geassocieerd zijn met stress en mentale gezondheidsproblemen (Gill e.a., 2017). Daarnaast stellen Watts en collega's (2015) vast dat kinderen die zichzelf als 'goed' beoordeelden op het vlak van wiskunde, beter scoorden.

› Opportunity-predictoren (O)

Het O-P-model stelt dat ook opportunity factoren een deel van de variantie in het vaardig rekenen kunnen voorspellen. Zo zijn er studies die het belang van de onderwijsmethode (Savelsbergh e.a., 2016), de instructietijd (of het aantal *uren wiskunde* dat aangeboden wordt; Cattaneo e.a., 2016), het opleidingsniveau en de *ervaring van de leerkracht* (Zhang, 2008) aantonen.

› Validering van het O-P-model

Om de validiteit van het O-P-model te onderzoeken, gebruikten Brynes en Miller secundaire data van 2,8 miljoen kinderen die in het jaar 1988 in het 6^{de} leerjaar zaten. In het tweede en vierde middelbaar werd een follow-up uitgevoerd (Byrnes & Miller, 2007). Ook in het kleuteronderwijs en de eerste helft van het lager onderwijs werd bij 17.401 kinderen onderzocht welke factoren uit het O-P-model het sterkst geassocieerd waren met rekenprestaties (Byrnes & Wasik, 2009). Ten slotte werd ook onderzocht hoe de SES in relatie stond tot de rekenprestaties bij 14.000 kleuters geboren in 2001, in gezinnen met een lage SES (Wang, Shen & Byrnes, 2013). Deze studies toonden de waarde van het O-P-model aan op grote groepen kinderen of jongeren. Men kon tussen de 58 en 81 procent van de variantie in leren verklaren op basis van de distale, propensity en opportunity factoren (Baten & Desoete, 2017).

Vlaamse studie met het O-P-model

Het nadeel van de bestaande O-P-studies is echter dat ze gebruikmaakten van secun-

daire data. Bovendien werd de waarde van dit model nog niet onderzocht bij kinderen met dyscalculie (Baten & Desoete, 2017). Om die reden werden kinderen met en zonder dyscalculie uit het 3^{de} tot 6^{de} leerjaar gedurende twee jaar opgevolgd. In wat volgt rapporteren we de cross-sectionele bevindingen (van het eerste meetmoment) (zie ook Baten & Desoete, 2017; 2018).

› Steekproef

In totaal namen 114 kinderen deel aan deze studie. Kinderen met dyscalculie voldeden aan de beschrijvende criteria voor dyscalculie zoals gedefinieerd door het Netwerk Leerproblemen Vlaanderen (Ghesquière, 2014). De kinderen in de controlegroep werden zoveel als mogelijk gerekruteerd uit dezelfde klassen als de kinderen met dyscalculie (in de klinische groep). Dit werd gedaan om de opportunity factoren tussen de beide groepen zo gelijkend mogelijk te houden. De controlekinderen hadden geen ernstige rekenproblemen of andere ontwikkelingsstoornissen.

› Instrumenten

De volgende *distale factoren* werden bevraagd: de ouderlijke verwachtingen ten aanzien van het rekenen (inschatting van de ouders hoeveel hun kinderen zullen halen voor 'rekenen'), de ouderlijke aspiraties ten aanzien van het rekenen (inschatting van de ouders hoeveel ze zouden willen dat hun zoon/dochter zal halen voor 'rekenen'), de ouderlijke hoop op het afstuderen van hun zoon/dochter, de plaats in de kinderrij en het geboortegewicht.

Voor wat betreft de *propensity factoren* werden intelligentie, werkgeheugen, motivatie, persoonlijkheid, temperament, algemene

zelfwaardering, subjectief welbevinden en competentiebeleving onderzocht.

Voor intelligentie werd gewerkt met de verkorte versie van de WISC-III-NL (Grégoire, 2000; Kort e.a., 2005). Voor werkgeheugen werd gewerkt met de werkgeheugenindex van de CELF-4-NL (Kort, Schittekatte & Compaan, 2008). Voor motivatie werd gebruikgemaakt van de Schoolse Zelfregulatie Vragenlijst (Vansteenkiste e.a., 2009). Deze vragenlijst focust op zowel gecontroleerde als autonome motivatie. Voor temperament werd gewerkt met de BIS/BAS-vragenlijst (Carver & White, 1994; vertaald door Franken, 2002). De deelnemers moesten op een vierpuntschaal aanduiden in welke mate ze het eens zijn met het item (Smits & Boeck, 2006).

Persoonlijkheid werd gemeten met de Hiërarchische Persoonlijkheidsvragenlijst voor kinderen (HIPIC; Mervielde & De Fruyt, 2009). Aan de ouders van de deelnemers werd gevraagd om op een vijf-puntschaal aan te duiden hoe kenmerkend het item is voor hun kind. Het subjectief welbevinden werd gemeten met de Positive Affect Negative Affect Schedule (PANAS; Watson e.a., 1988; vertaald door Engelen, De Peuter, Victoir, Van Diest & Van den Bergh, 2006). De PANAS peilt naar de negatieve affecties (bv. schuld, introversie en droefheid) en naar de positieve affecties (bv. succes, interesses, dapperheid). Een score groter dan 1 betekent dat er meer positieve dan negatieve emoties ervaren werden. Algemene zelfwaardering werd gemeten met de Nederlandstalige versie van de Rosenberg Self-Esteem Scale, de Rosenberg Zelfwaardeschaal (RSEQ; Franck, De Raedt, Barbez & Rosseel, 2008; Rosenberg, 1965). Een hogere totaalscore was indicatief voor een positievere globale

zelfwaardering. Competentiebeleving op het vlak van schoolse vaardigheden werd gemeten met de Competentiebelevingsschaal voor Kinderen (Harter, 1985; vertaald door Veerman e.a., 2004).

Het rekenen ten slotte werd onderzocht met de Tempotest Rekenen (de Vos, 2002) en met de Cognitieve Deelvaardigheden van het Rekenen (Desoete & Roeyers, 2002).

› Resultaten

Om de relatie tussen de verschillende distale, opportunity en propensity factoren en rekenen te onderzoeken, werden Pearson correlaties berekend bij jonge kinderen (zie Tabel 1 op de volgende bladzijde).

Dezelfde correlaties werden berekend bij kinderen van het 5^{de} en 6^{de} leerjaar (zie Tabel 2).

De MANCOVA toonde verder significante verschillen tussen kinderen met en zonder dyscalculie (gecorrigeerd voor intelligentie) voor de distale factoren, $F(4,112) = 21.73$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .44$. Voor M en SD verwijzen we naar onderstaande Tabel 3 (zie ook Baten & Desoete, 2018).

Deze MANCOVA toonde ook significante verschillen tussen kinderen met en zonder dyscalculie (gecorrigeerd voor intelligentie) voor de propensity factoren, $F(12,104) = 7.76$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .48$ (zie Tabel 4). Voor M en SD verwijzen we naar Tabel 4 (zie ook Baten & Desoete, 2018).

› Discussie en besluit

In wat volgt proberen we een aantal conclusies te bundelen. Zo vonden we, in over-

eenstemming met de subtypes van Pieters en collega's (2015), dat de automatisering van rekenfeiten door andere factoren voor-speld werd dan de kennis van rekenprocedures (Baten & Desoete, 2018). Het lijkt dus belangrijk te zijn beide aspecten van het rekenen te onderzoeken. Tevens bleken bij kinderen zonder leerproblemen meer factoren van belang te zijn om rekenen te begrijpen dan bij leeftijdgenoten met dyscalculie (Baten & Desoete, 2017). We kunnen dus niet zomaar bevindingen van zwakke rekenaars vertalen naar kinderen met dyscalculie.

Wat betreft de propensity factoren bleek minder a-motivatie bij kinderen met dyscalculie in het 3^{de} en 4^{de} leerjaar samen te hangen met een betere automatisatie van rekenfeiten. Ook leken kinderen met dyscalculie minder autonoom, maar niet minder gecontroleerd gemotiveerd te zijn. Motivatie nagaan kan zeker een meerwaarde zijn in de diagnostische fase.

Daarnaast stelden we vast dat, in overeenstemming met De Weerdts en collega's (2013), het werkgeheugen van kinderen met dyscalculie in het 5^{de} en 6^{de} leerjaar gerelateerd was aan het vlot kunnen oproepen van rekenfeiten. Ook bij jongere kinderen zonder leerproblemen (in het 3^{de} en 4^{de} leerjaar) zagen we een verband tussen werkgeheugen en het automatiseren van rekenfeiten (de scores op de TTR). Als kinderen problemen hebben met automatiseren, kan het nagaan van het werkgeheugen dus zinvol zijn.

Verder lijkt ook informatie over temperament (BAS) en persoonlijkheid (openheid, consciëntieusheid en emotionele stabiliteit) bij dyscalculie handelingsgericht te verantwoorden. Aangezien het BAS-systeem

Tabel 1. Relatie tussen Distale (D), opportunity (O) en propensity (P) factoren en rekenen bij kinderen met/zonder dyscalculie in het 3^{de} en 4^{de} leerjaar

	Dyscalculie						Controlegroep							
	Rekenfeiten (TTR)			Procedurale accuraatheid (CDR)			Rekenfeiten (TTR)			Procedurale accuraatheid (CDR)				
	r	p		r	p		r	p		r	p			
Temperament			BIS	.39	.045*		.15	.443		.33	.146		.23	.325
			BAS	.39	.046*		.15	.448		-.18	.434		-.15	.528
			Openheid	.32	.100		.24	.211		.19	.422		.20	.380
			Consciëntieusheid	.21	.285		.09	.645		-.28	.225		-.24	.292
Persoonlijkheid			Extraversie	.16	.429		.15	.441		-.24	.295		-.11	.627
			Welwillendheid	.24	.223		.26	.179		-.26	.260		-.51	.018*
			Neuroticisme	.21	.302		.31	.108		-.16	.496		-.08	.723
			Amotivatie	-.44	.023*		-.18	.369		-.48	.029*		-.31	.171
Motivatie			Autonome Motivatie	.11	.573		.14	.485		.31	.171		.15	.506
			Gecontroleerde Motivatie	-.15	.453		-.26	.175		.03	.912		-.14	.548
			Intelligentie	-.08	.690		.21	.287		.30	.184		.47	.033*
			Werkgeheugen	.14	.473		.26	.178		.49	.023*		.68	.001**
Niet-cognitieve factoren			Positief Affect	.12	.557		.06	.769		.15	.504		.52	.017*
			Negatief Affect	.01	.982		.10	.631		-.39	.082		.07	.778
			Competentiebeleving	.23	.253		-.02	.914		.61	.004**		.3	.003**
			Alg. zelfwaardering	.00	.996		-.27	.169		.28	.219		.52	.015*
O			Jaren ervaring leerkracht	.05	.823		-.35	.133		.54	.002**		.44	.018**
			Uren wiskunde (week)	-.18	.453		-.22	.348		.31	.255		.07	.798
			Ouderlijke verwachtingen	.04	.850		.46	.017*		.68	<.001***		.460	.009**
			Geboortegewicht	-.01	.959		.28	.160		.16	.505		.12	.604
D			Plaats in de kinderrij	-.27	.178		.12	.532		-.11	.640		-.10	.656
			SES	-.09	.711		.19	.387		-.23	.336		.13	.581

Noot: * p<.05; ** p<.01; *** p<.001

Tabel 2. Relatie tussen Distale (D), opportunity (O) en propensity (P) factoren en rekenen bij kinderen met/zonder dyscalculie in het 5^{de} en 6^{de} leerjaar

	Dyscalculie						Controlegroep					
	Rekenfeiten (TTR)			Procedurele accuraatheid (CDR)			Rekenfeiten (TTR)			Procedurele accuraatheid (CDR)		
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
Temperament	BIS											
	.12	.504	.02	.889	-.37	.037*	-.22	.222				
	BAS											
	.21	.223	.01	.968	.28	.116	.26	.154				
Persoonlijkheid	Openheid											
	-.11	.524	.04	.818	.38	.036*	.53	.002*				
	Conscientieusheid											
	-.25	.142	-.03	.868	.33	.067	.14	.462				
	Extraversie											
	.06	.720	-.08	.653	-.13	.479	-.04	.836				
	Welwillendheid											
	-.01	.951	-.04	.814	.18	.335	.05	.772				
	Neuroticisme											
	.04	.827	.19	.263	.30	.105	.24	.204				
Motivatie	Amotivatie											
	.12	.495	.05	.760	.16	.373	.07	.705				
	Autonome Motivatie											
	-.01	.962	.10	.556	-.11	.534	-.18	.330				
	Gecontroleerde Motivatie											
	.04	.802	-.29	.088	-.19	.290	-.28	.116				
Cognitieve vaardheden	Intelligentie											
	-.01	.972	.24	.166	.28	.124	.55	.001**				
	Werkgeheugen											
	.40	.018*	.20	.248	.13	.464	.46	.008**				
	Positief Affect											
	-.03	.844	-.06	.729	-.03	.862	.02	.927				
Niet-cognitieve factoren	Negatief Affect											
	.03	.831	.17	.320	.00	.999	-.14	.443				
	Competentiebeleving											
	-.29	.101	-.20	.253	.49	.005**	.62	<.001***				
	Alg. zelfwaardering											
	.11	.517	-.09	.621	-.21	.261	-.05	.775				
O	Jaren ervaring leerkracht											
	-.06	.761	.120	.305	.54	.002**	.44	.018*				
	Uren wiskunde (/week)											
	-.02	.926	-.285	.134	-.13	.497	-.24	.264				
	Ouderlijke verwachtingen											
	-.07	.702	.34	.049*	.68	<.001***	.46	.009**				
	Geboortegewicht											
	-.41	.024*	-.11	.558	.20	.304	.01	.974				
D	Plaats in de kinderrij											
	.02	.931	.34	.046*	.33	.080	.287	.131				
	SES											
	.01	.976	.33	.065	.17	.348	.18	.345				

Noot: *p<.05; **p<.01; ***p<.001

Tabel 3. *Distale factoren*

	Dyscalculie		Leeftijdsgenoten				
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	η_p^2
Ouderlijke verwachtingen	63.92	8.76	82.66	8.90	86.35	<.001***	.43
SES	42.91	10.51	44.02	10.71	0.73	.403	.01
Plaats in de kinderrij	1.71	0.90	1.63	0.82	0.46	.499	.00
Geboortegewicht	3284.50	469.44	3288.08	421.96	0.02	.877	.00

Noot: η_p^2 interpretatie: .02 = klein effect; .13 = medium effect; .26 = groot effect; * $p < .05$; ** $p \leq .01$; *** $p \leq .001$

Tabel 4. *Propensity factoren*

	Dyscalculie		Leeftijdsgenoten				
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	η_p^2
BIS	2.82	0.53	2.64	0.49	2.67	.105	.02
BAS	3.11	0.47	2.97	0.39	4.13	.044*	.04
Openheid	85.09	11.06	94.78	10.24	8.45	.004**	.07
Consciëntieusheid	99.23	20.33	106.54	17.19	8.12	.005**	.07
Emotionele stabiliteit	45.17	11.00	51.85	10.35	4.50	.036*	.04
Autonome Motivatie	2.89	0.86	3.33	0.93	4.38	.039*	.04
Gecontroleerde Motivatie	2.92	0.73	2.78	0.82	0.00	.997	.00
Werkgeheugen	15.76	3.30	21.29	3.80	34.70	<.001***	.23
Positief Affect	3.54	0.62	3.60	0.62	0.11	.731	.00
Negatief Affect	2.38	0.58	2.09	0.55	4.29	.040*	.04
Totale zelfwaardering	19.71	4.56	22.20	3.63	5.39	.022*	.05
Competentiebeleving	12.76	3.60	18.32	3.64	43.63	<.001***	.28

Noot: η_p^2 interpretatie: .02 = klein effect; .13 = medium effect; .26 = groot effect; * $p < .05$; ** $p \leq .01$; *** $p \leq .001$

gevoelig is voor beloning, kan het zinvol zijn om te weten of er met een beloningsstelsel gewerkt moet worden of niet.

Ook vonden we meer negatieve emoties (affect) en een lagere zelfwaardering en competentiebeleving bij kinderen met dyscalculie in vergelijking met kinderen zonder leerproblemen (Baten & Desoete, 2018). Gebruikmaken van de PANAS, die peilt naar de negatieve affecties (bv. schuld, introversie en droefheid) en naar de positieve affecties (bv. succes, interesses, dapperheid) en het nagaan van de zelfwaardering en competentiebeleving lijkt van belang in de diagnostische batterij voor kinderen met dyscalculie.

Ook vonden we significante verschillen tussen kinderen met en zonder dyscalculie (gecorrigeerd voor intelligentie) voor de distale factoren. De verwachtingen van ouders van kinderen met dyscalculie bleken significant lager te liggen dan de verwachtingen van ouders van even oude kinderen zonder leerproblemen. Het bevragen van verwachtingen bij ouders in een intakegesprek lijkt alvast zinvol.

Aan alle studies zijn beperkingen verbonden. Vervolgonderzoek met kinderen die in de tijd opgevolgd worden is nodig om de relatie tussen de distale, opportunity en propensity factoren beter te begrijpen. Dergelijk onderzoek is momenteel ook gepland.

Momenteel moeten we opletten voor het oververalgemenen, aangezien niet alle O- en P-factoren meegenomen werden. Verder wijzen correlatieve verbanden niet noodzakelijk op oorzakelijkheid. Zo kan een laag zelfwaardegevoel zowel oorzaak als gevolg zijn van zwak schools functioneren. Ook is het de vraag of de voorspellers voor reke-

nen specifiek zijn of dat het ook gaat om meer generieke voorspellers voor leren. Ook hierover lijkt vervolgonderzoek aangewezen.

We kunnen echter wel al voorzichtig besluiten dat het Opportunity-Propensity-model veelbelovend is om de unieke bijdrage van factoren te onderzoeken en om het al dan niet ontwikkelen van dyscalculie beter te begrijpen.

Referenties

- Ashkenazi, S., Black, J.M., Abrams, D.A., Hoeft, F., & Menon, V. (2013). Neurobiological underpinnings of math and reading learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 46*, 549-569.
- Ashton, M.C., Lee, K., & Paunonen, S.V. (2002). What is the central feature of extraversion? Social attention versus reward sensitivity. *Journal of Personality and Social Psychology, 83*, 245-251.
- Awang-Hashim, R., Kaur, A., & Noman, M. (2015). The interplay of socio-psychological factors on school engagement among early adolescents. *Journal of Adolescence, 45*, 214-224.
- Baten, E., & Desoete, A. (2017). Kan het opportunity-propensity model ons helpen om de samenhang en de comorbiditeit in de variantie in (a)typisch rekenen te verklaren? *Logopedie, juli-augustus 2017*, 75-90.
- Baten, E., & Desoete, A. (2018). Mathematical (dis)abilities within the Opportunity-Propensity model: The choice of math test matters. *Frontiers in Psychology, 9*, Art. 667.
- Baten, E., Pixner, S., & Desoete, A. (2019). Motivational and math anxiety perspective for mathematical learning and learning difficulties. In A. Fritz, V.G. Haase & P. Räsänen (Red.), *International handbook of mathematical difficulties. From the laboratory to the classroom* (pp. 457-467). Cham Switzerland: Springer.
- Bender, W.N., & Wall, M.E. (1994). Social-emotional development of students with learning disabilities. *Learning Disability Quarterly, 17*, 323-339.

- Butterworth, B., Varma, S., & Laurillard, D. (2011). Dyscalculia: From brain to education. *Science*, 332 (6033), 1049-1053.
- Byrnes, J.P., & Miller, D.C. (2007). The relative importance of predictors of math and science achievement: An opportunity-propensity analysis. *Contemporary Educational Psychology*, 32 (4), 599-629.
- Byrnes, J.P., & Miller, D. (2016). The growth of mathematics and reading skills in segregated and diverse schools: An opportunity-propensity analysis of a national database. *Contemporary Educational Psychology*, 46, 34-51.
- Byrnes, J.P., & Wasik, B.A. (2009). Factors predictive of mathematics achievement in kindergarten, first and third grades: An opportunity-propensity analysis. *Contemporary Educational Psychology*, 34, 167-183.
- Carver, C.S., & White, T.L. (1994). Behavioral inhibition, behavioral activation, and affective responses to impending reward and punishment: The BIS/BAS Scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 67, 319-333.
- Carvalho, M.R.S., & Haase, V.G. (2019). Genetics and dyscalculia 1: In search of genes. In A. Fritz, V.G. Haase, & P. Räsänen (Eds.), *International handbook of mathematical difficulties. From the laboratory to the classroom* (pp. 329-342). Cham Switzerland: Springer.
- Cattaneo, M.A., Oggenfuss, C., & Wolter, S.C. (2016). The more, the better? The Impact of instructional time on student performance. *Education Economics*, 25, 433-445.
- Claessens, A., & Engel, M. (2013). How important is where you start? Early mathematics knowledge and later school success. *Teachers College Record*, 115 (6), 060306.
- Cohen Kadosh, R., Cohen Kadosh, K., Schuhmann, T., Kaas, A., Goebel, R., Henik, A., & Sack, A.T. (2007). Virtual dyscalculia induced by parietal-lobe TMS impairs automatic magnitude processing. *Current Biology*, 17 (8), 689-693.
- Colomeischi, A., & Colomeischi, T. (2015). The students' emotional life and their attitude toward mathematics learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 180, 744-750.
- Crawford, J.R., & Henry, J.D. (2004). The Positive and Negative Affect Schedule (PANAS): Construct validity, measurement properties and normative data in a large non-clinical sample. *British Journal of Clinical Psychology*, 43, 245-265.
- De Clercq, B. (2011). *Personality*. Essex: Pearson.
- De Raad, B. (2006). *De big 5 persoonlijkheidsfactoren*. Amsterdam: Nieuwezijds.
- De Smedt, B., Janssen, R., Bouwens, K., Verschaffel, L., Boets, B., & Ghesquière, P. (2009). Working memory and individual differences in mathematics achievement: A longitudinal study from first grade to second grade. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103, 186-201.
- De Smedt, B., Peters, L., & Ghesquière, P. (2019). Neurobiological origins of mathematical learning disabilities or dyscalculia: A review of brain imaging data. In A. Fritz, V.G. Haase & P. Räsänen (Eds.), *International handbook of mathematical difficulties. From the laboratory to the classroom* (pp. 367-384). Cham Switzerland: Springer.
- De Vos, T. (2002). *Tempo Test Rekenen (TTR)*. Amsterdam: Harcourt.
- De Weerd, F., Desoete, A., & Roeyers, H. (2013). Working memory in children with reading disabilities and/or mathematical disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 46, 461-472.
- Deary, I.J., Strand, S., Smith, P., & Fernandes, C. (2007). Intelligence and educational achievement. *Intelligence*, 35, 13-21.
- Deary, I.J., Whalley, L.J., Lemmon, H., Crawford, J.R., & Starr, J.M. (2000). The stability of individual differences in mental ability from childhood to old age: Follow-up of the 1932 Scottish mental survey. *Intelligence*, 28, 49-55.
- Deci, E.L., & Ryan, R.M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11, 227-268.
- Deci, E.L., & Ryan, R.M. (2008). Facilitating optimal motivation and psychological well-being across life's domains. *Canadian Psychology*, 49, 14-23.
- Desoete, A. (2008). Do birth order, family size and gender affect arithmetic achievement in elementary school? *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 6, 135-156.
- Desoete, A. (2014). Cognitive predictors of mathematical abilities and disabilities. In R. Cohen Kadosh &

- A. Dowker (Red.), *The Oxford Handbook of Mathematical Cognition* (pp. 899-914). Oxford: Medicine UK.
- Desoete, A. (2015). Predictive indicators for mathematical learning disabilities/dyscalculia in kindergarten children. In S. Chinn (Red.), *The International Handbook for Mathematical difficulties and Dyscalculia* (pp. 90-100). London & New York: Routledge.
- Desoete, A. (2017). Comorbiditeit bij leerstoornissen. *Logopedie juli-augustus 2017*, 11-16.
- Desoete, A., Praet, M., Titeca, D., & Ceulemans, A. (2013). Cognitive phenotype of mathematical learning disabilities: What can we learn from siblings? *Research in Developmental Disabilities*, 34, 404-412.
- Desoete, A., & Roeyers, H. (2002). *Cognitieve Deelvaardigheden Rekenen*. Herentals: VVL.
- Desoete, A., Roeyers, H., & De Clercq, A. (2004). Children with mathematics learning disabilities in Belgium. *Journal of Learning Disabilities*, 37, 50-61.
- Desoete, A., & Warreyn, P. (2019). ADHD-plus: Comorbiditeit van ADHD met dyslexie en/of dyscalculie. *Tijdschrift Zit Stil*, in druk.
- Dirks, E., Spyer, G., Van Lieshout, E. C. D. M., & De Sonneville, L. (2008). Prevalence of combined reading and arithmetic disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 41, 460-473.
- Dix, A., & van der Meer, E. (2015). Arithmetic and algebraic problem solving and resource allocation: The distinct impact of fluid and numerical intelligence. *Psychophysiology*, 52, 544-554.
- Docherty, S.J., Davis, O.S.P., Kovas, Y., Meaburn, E.L., Dale, P.S., Petrill, S. A., ... Plomin, R. (2010). A genome-wide association study identifies multiple loci associated with mathematics ability and disability. *Genes, Brain and Behavior*, 9, 234-247.
- Duncan, G.J., Dowsett, C.J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A.C., Klebanov, P., ... Japel, C. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43, 1428-1446.
- Engelen, U., De Peuter, S., Victoir, A., Van Diest, I., & Van den Bergh, O. (2006). Further validation of the Positive and Negative Affect Schedule (PANAS) and comparison of two Dutch versions. *Gedrag & Gezondheid*, 34, 89-102.
- Franck, E., De Raedt, R., Barbez, C., & Rosseel, Y. (2008). Psychometric properties of the Dutch Rosenberg Self-Esteem Scale. *Psychologica Belgica*, 48 (1), 25-35.
- Franken, I.H.A. (2002). Behavioral approach system (BAS) sensitivity predicts alcohol craving. *Personality & Individual Differences*, 32, 1-4.
- Froiland, J.M., & Davison, M.L. (2016). The longitudinal influences of peers, parents, motivation, and mathematics course-taking on high school math achievement. *Learning and Individual Differences*, 50, 252-259.
- Gathercole, S.E., & Pickering, S.J. (2000). Working memory deficits in children with low achievements in the national curriculum at 7 years of age. *British Journal of Educational Psychology*, 70, 177-194.
- Geary, D.C., Hoard, M.K., Byrd-Craven, J., Nugent, L., & Numtee, C. (2007). Cognitive mechanism underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability. *Child Development*, 78, 1343-1359.
- 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. Handvaten voor goede praktijk* (pp. 11-19). Leuven: Acco.
- Gill, N.P, Bos, E.H, Wit, E.C, & De Jonge, P. (2017). The association between positive and negative affect at the inter- and intra-individual level. *Personality & Individual Differences*, 105, 252-256.
- Gray, J.A. (1981). A critique of Eysenck's theory of personality. In H.J. Eysenck (Red.), *A model for personality* (pp. 246-276). New York: Springer.
- Grégoire, J. (2000). Comparison of three short forms of the Wechsler Intelligence Scale for Children - Third edition (WISC-III). *European Review of Applied Psychology*, 50, 437-441.
- Harter, S. (1985). *Self Perception Profile for Children*. Colorado: University of Denver.
- Hendren, R.L., Haft, S.L., Black, J.M., White, N.C., & Hoefl, F. (2018). Recognizing psychiatric comorbidity with reading disorders. *Frontiers in Psychiatry*, 9, 101.
- Holmes, J., & Adams, J.W. (2006). Working memory and children's mathematical skills: Implications for mathematical development and mathematics curricula.

- ula. *Educational Psychology*, 26, 339-366.
- Isaacs, E.B., Edmonds, C.J., Lucas, A., & Gadian, D.G. (2001). Calculation difficulties in children of very low birthweight. *Brain*, 124, 1701-1707.
- Kadosh, R.C., & Dowker, A. (2015). *The Oxford handbook of numerical cognition*. Oxford Library of Psychology.
- Kleemans, T., Peeters, M., Segers, E., & Verhoeven, L. (2012). Child and home predictors of early numeracy skills in kindergarten. *Early Childhood Research Quarterly*, 27, 471-477.
- Klibanoff, R.S., Levine, S.C., Huttenlocher, J., Vasilyeva, M., & Hedges, L.V. (2006). Preschool children's mathematical knowledge: The effect of teacher 'math talk.' *Developmental Psychology*, 42, 59-69.
- Knopik, V.S., Alarcon, M., & DeFries, J.C. (1997). Comorbidity of mathematics and reading deficits: Evidence for a genetic etiology. *Behavior Genetics*, 27, 447-453.
- Kort, W., Schittekatte, M., Bosmans, M., Compaan, E.L., Dekker, P. H., Vermeir, G., & Verhaeghe, P. (2005). *WISC-III-NL Wechsler Intelligence Scale For Children, Derde Editie NL. Handleiding en Verantwoording*. Amsterdam: Harcourt Test Publishers/Nederlands Instituut voor Psychologen.
- Kucian, K., Loenneker, T., Dietrich, T., Dosch, M., Martin, E., & von Aster, M. (2006). Impaired neural networks for approximate calculation in dyscalculic children: A functional MRI study. *Behavioral and Brain Functions*, 2 (1), 31.
- Kyttälä, M., & Lehto, J. E. (2008). Some factors underlying mathematical performance: The role of visuo-spatial working memory and non-verbal intelligence. *European Journal of Psychology of Education*, 23, 77-94.
- McCrae, R.R., & Costa, P.T. (1997). Personality trait structure as a human universal. *American Psychologist*, 52, 509-516.
- McLean, J.F., & Hitch, G.J. (1999). Working memory impairments in children with specific arithmetic learning difficulties. *Journal of Experimental Child Psychology*, 74, 240-260.
- Mervielde, I., & de Fruyt, F. (2009). *Hiërarchische Persoonlijkheidsvragenlijst voor Kinderen (HiPIC)*. Amsterdam: Hogrefe.
- Moll, K., Kunze, S., Neuhoff, N., Bruder, J., & Schulte-Körne, G. (2014). Specific learning disorder: Prevalence and gender differences. *Plos One*, 9 (7), 1-8.
- Niklas F., Cohrssen C., & Tayler, C. (2016). Improving preschoolers? Numerical abilities by enhancing the home numeracy environment. *Early Education & Development*, 27, 372-383.
- 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.
- Pappas, M.A., & Drigas, A.S. (2015). ICT based screening tools and etiology of dyscalculia. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 3, 61-66.
- Peng, P., & Fuchs, D. (2016). A meta-analysis of working memory deficits in children with learning difficulties: Is there a difference between verbal domain and numerical domain? *Journal of Learning Disabilities*, 49, 3-20.
- Pennington, B.F. (2006). From single to multiple deficit models of developmental disorders. *Cognition*, 101, 385-413.
- Pieters, S., De Block, K., Scheiris, J., Eysen, M., Desoete, A., Deboutte, D., Van Waelvelde, H., & Roeyers, H. (2012). How common are motor problems in children with a developmental disorder: rule or exception? *Child: Care, Health and Development*, 38, 139-145.
- Pieters, S., Desoete, A., Roeyers, H., & Van Waelvelde, H. (2013). Daar had ik niet op gerekend! De relatie tussen motorische en rekenproblemen bij lagere-schoolkinderen. *Signaal*, 82, 4-18.
- Pieters, S., Roeyers, H., Rosseel, Y., Van Waelvelde, H., & Desoete, A. (2015). Identifying subtypes among children with developmental coordination disorder and mathematical learning disabilities, using model-based clustering. *Journal of Learning Disabilities*, 48, 83-95.
- Pieters, S., Van Vreckem, C., Vanderswalmen, R., Desoete, A., & Van Waelvelde, H. (2009). DCD + leerstoornis = één + één is meer dan twee. *Logopedie*, 22, 28-35.
- Rosenberg, M. (1965). *Society and the adolescent self-image*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Rothbart, M.K., Ahadi, S.A., & Evans, D.E. (2000). Temperament and personality: Origins and outcomes. *Journal of Personality and Social Psychology*, 78, 122-135.

- Ryan, R., & Deci, E. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *The American Psychologist*, *55*, 68-78.
- Savelsbergha, E.R., Prinsa, G.T., Rietbergen, C., Fechnera, S., Vaessena, B.E., Draijera, J.M., & Bakker, A. (2016). Effects of innovative science and mathematics teaching on student attitudes and achievement: A meta-analytic study. *Educational Research Review*, *19*, 158-172.
- Scheiris, J., & Desoete, A. (2008). De prevalentie van enkele specifieke ontwikkelings- en gedragsstoornissen en hun comorbiditeit. *Signaal*, *62*, 4-14.
- Shalev, R.S. (2004). Developmental dyscalculia. *Journal of Child Neurology*, *19*, 765-771.
- Siegel, L. (2018). Solving the problem of learning disabilities. Bill Cruickshank memorial lecture on the 42nd Annual International Conference for Research in Learning Disabilities (IARLD). 3 juli, Arteveldehogeschool: Gent.
- Smits, D.J.M., & Boeck, P.D. (2006). From BIS/BAS to the Big Five. *European Journal of Personality*, *27*, 255-270.
- Soares, N., Evans, T., & Patel, D.R. (2018). Specific learning disability in mathematics: A comprehensive review. *Translational Pediatrics*, *7*, 48-62.
- Spinath, B., Harald Freudenthaler, H., & Neubauer, A.C. (2010). Domain-specific school achievement in boys and girls as predicted by intelligence, personality and motivation. *Personality & Individual Differences*, *48*, 481-486.
- Taub, G.E., Floyd, R.G., Keith, T.Z., & McGrew, K.S. (2008). Effects of general and broad cognitive abilities on mathematics achievement. *School Psychology Quarterly*, *23*, 187-198.
- Taylor, G., Jungert, T., Mageau, G.A., Schattke, K., Dedic, H., Rosenfield, S., & Koestner, R. (2014). A self-determination theory approach to predicting school achievement over time: the unique role of intrinsic motivation. *Contemporary Educational Psychology*, *39*, 342-358.
- Trapmann, S., Hell, B., Hirn, J.O.W., & Schuler, H. (2007). Meta-analysis of the relationship between the big five and academic success at university. *Zeitschrift Für Psychologie / Journal of Psychology*, *215*, 132-151.
- Vansteenkiste, M., Sierens, E., Soenens, B., Luyckx, K., & Lens, W. (2009). Motivational profiles from a self-determination perspective: The quality of motivation matters. *Journal of Educational Psychology*, *101*, 671-688.
- Vansteenkiste, M., & Soenens, B. (2015). *Vitamines voor groei. Ontwikkeling voeden vanuit de Zelf-Determinatie Theorie*. Leuven: Acco.
- Veerman, J., Straathof, M., Treffers, P., Van den Bergh, B., & ten Brink, L. (2004). *Competentiebelevingsschaal voor kinderen (CBSK)*. Lisse: Harcourt.
- Von Aster, M.G. (2000). Developmental cognitive neuropsychology of number processing and calculation: Varieties of developmental dyscalculia. *European Child & Adolescent Psychiatry*, *9* (2), 41.
- Wang, A.H., Shen, F., & Byrnes, J.P. (2013). Does the Opportunity-Propensity Framework predict the early mathematics skills of low-income pre-kindergarten children? *Contemporary Educational Psychology*, *38*, 259-270.
- Watson, D., Clark, L.A., & Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: the PANAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, *54*, 1063-1070.
- Watts, T., Duncan, G., Claessens, A., Duckworth, K., Siegler, R., Chen, M., ... Susperreguy, M. (2015). The role of mediators in the development of longitudinal mathematics achievement associations. *Child Development*, *86*, 1892-1907.
- Weber, H.S., Lu, L., Shi, J., & Spinath, F.M. (2013). The roles of cognitive and motivational predictors in explaining school achievement in elementary school. *Learning & Individual Differences*, *25*, 85-92.
- Weber, M., Wagner, L., & Ruch, W. (2016). Positive feelings at school: On the relationships between students' character strengths, school-related affect, and school functioning. *Journal of Happiness Studies*, *17*, 341-355.
- Zhang, D. (2008). *The effects of teacher education level, teaching experience, and teaching behaviors on student science achievement*. Dissertation, Utah State University.
- Zhang, J., & Ziegler, M. (2016). How do the big five influence scholastic performance? A big five-narrow traits model or a double mediation model. *Learning & Individual Differences*, *50*, 93-102.