

Een systematische review over onderscheid tussen rekenproblemen en dyscalculie

Classificatie en bijbehorende kenmerken

Suzan Nijeboer S4997379

Masteropleiding [Orthopedagogiek]

Faculteit Gedrags- en Maatschappijwetenschappen

Rijksuniversiteit Groningen

Eerste begeleider: N. Frans

Tweede beoordelaar: L. van Haften

22 juni 2022

Totaal aantal woorden: 9977

Samenvatting

Een systematische review over onderscheid tussen rekenproblemen en dyscalculie

Door verschillende definities en classificatiecriteria is er weinig consistentie tussen onderzoeken naar een rekenprobleem en dyscalculie. Het is daardoor moeilijk om vast te stellen of het gaat om een rekenprobleem of dyscalculie wanneer er problemen zijn in het verwerven van rekenvaardigheden. In deze systematische review is gekeken naar de manieren waarop onderzoekers onderscheid maken tussen rekenproblemen en dyscalculie bij kinderen in de schoolleeftijd en wat de bijbehorende kenmerken zijn. Er zijn 196 empirische studies geïnccludeerd, gepubliceerd tussen 2013 en 2022. Het vaakst wordt onderscheid gemaakt door bij het classificeren van dyscalculie een strengere cut-off percentielscore te hanteren. Tussen onderzoeken naar rekenproblemen lijkt er wat betreft de cut-off score meer consistentie te zijn dan bij dyscalculie. Bij een rekenprobleem wordt bij 46% van de geïnccludeerde studies een cut-off score van 25 gehanteerd. Bij dyscalculie varieert dit meer, waarbij het vaakst (29%) een cut-off score van 10 wordt gehanteerd. Daarnaast wordt bij rekenproblemen vaker een verband gevonden met een samenhangende factor dan bij dyscalculie. Verdere kenmerken zijn dat bij een rekenprobleem relatief vaker problemen worden gezien met de procedurele componenten en bij dyscalculie met het onthouden van rekenkundige feiten. Al met al hanteren onderzoeken veel verschillende classificatiecriteria, waardoor geen goed onderscheid gemaakt wordt tussen rekenproblemen en dyscalculie. Ook worden veel verschillende factoren en bijbehorende kenmerken gezien, waardoor het maken van onderscheid lastig is. Er zou meer consistentie moeten komen op het gebied van classificatiecriteria en er zou breder gekeken moeten worden naar bijbehorende kenmerken, zodat er beter onderscheid gemaakt kan worden.

Abstract

Due to different definitions and classification criteria, there is little consistency between studies of a math problem and dyscalculia. It is therefore difficult to determine whether it is a math problem or dyscalculia when there are problems in acquiring math skills. This systematic review looked at how researchers distinguish between math problems and dyscalculia in school-age children and what the associated characteristics are. 196 empirical studies were included, published between 2013 and 2022. The most common distinction is made by using a stricter cut-off percentile score when classifying dyscalculia. There seems to be more consistency concerning the cut-off score between studies of math problems than with dyscalculia. For a math problem, a cut-off score of 25 is used in 46% of the included studies. In dyscalculia this varies more, with a cut-off score of 10 most often (29%) being used. In addition, math problems are more often associated with a cohesive factor than dyscalculia. Further characteristics are that problems with the procedural components are relatively more common in a math problem, and in dyscalculia with remembering math facts. Altogether, studies use a wide variety of different classification criteria, so that no proper distinction is made between math problems and dyscalculia. Many different factors and associated characteristics are also seen, making it difficult to distinguish. There should be more consistency in the field of classification criteria and a broader look at associated characteristics, so that better distinctions can be made.

Inleiding

In onze huidige samenleving worden rekenkundige vaardigheden steeds belangrijker in het dagelijks leven en de werkgelegenheid (Devine et al., 2018). Echter heeft 6% van de kinderen problemen bij het verwerven van rekenvaardigheden (Devine et al., 2018). Volgens Dowker (2005) is de impact op het dagelijks leven van het niet vlot kunnen rekenen groter, dan het niet vlot kunnen lezen. Mensen met een rekenstoornis (dyscalculie) vinden bijvoorbeeld zelden een voltijdse baan die voldoet aan hun niveau (Dowker, 2005).

Het is vaak moeilijk om vast te stellen wanneer er sprake is van dyscalculie of wanneer het gaat om een rekenprobleem. Dit komt onder andere door het gebruik van verschillende definities, waardoor het onduidelijk is wanneer we spreken van een rekenprobleem of dyscalculie (Fuchs et al., 2004; Nelson & Powell, 2018). Daarbij gaat het bij rekenproblemen vaak om een heterogene groep leerlingen, waardoor rekenproblemen complex zijn (Looi & Kadosh, 2017). Problemen in het leren rekenen kunnen dan ook ontstaan door instructie-, omgevings-, affectieve of andere factoren (Lewis & Fisher, 2016).

Omgevingsfactoren die invloed kunnen hebben op het leren rekenen zijn onder andere de kwaliteit van het onderwijs en de sociaaleconomische status. Indien kinderen slecht onderwijs hebben gehad kunnen rekenmoeilijkheden ontstaan doordat zij een gebrek hebben aan succes ervaringen (Mundia, 2012). Een gebrek aan succes ervaringen kan volgens Mundia (2012) leiden tot demotivatie op het gebied van rekenen. Daarnaast blijkt uit onderzoek van Jordan en Levine (2009) dat een lage sociaaleconomische status vaak geassocieerd wordt met rekenproblemen. De sociaaleconomische status wordt gedefinieerd door gezinsinkomen, armoedeniveau in de buurt van het kind en het opleidingsniveau van de ouders (Jordan & Levine, 2009). De meeste kinderen bezitten op het moment dat zij naar school gaan al enige getalskennis of getal gevoel (cijfervaardigheden). De ontwikkeling hiervan wordt ondersteund door dagelijkse ervaringen. Ouders met een laag inkomen zouden over het algemeen minder tijd besteden aan het aanleren van cijfervaardigheden en denken regelmatig dat het leren rekenen in de vroege kinderjaren de verantwoordelijkheid is van school (Jordan & Levine, 2009).

Wadlington en Wadlington (2008) geven aan dat rekenproblemen ook door moeilijkheden met de taal kunnen ontstaan. Dit komt doordat het rekenen zijn eigen taal heeft dat uit symbolen ($\%$, $=$) en uit speciale termen (breuk, procent) bestaat. Naast het hebben van taalmoeilijkheden, kunnen kinderen die problemen ervaren bij het leren rekenen ook rekenangst of een rekenfobie ontwikkelen (Mundia, 2012). Rekenangst en rekenfobie

verwijzen naar onredelijke zorgen en angst voor het rekenen, wat ontstaat door een cyclus waarin het falen in rekenen leidt tot angst, wat leidt tot meer mislukkingen, wat weer leidt tot meer angst. Deze aandoening is geen stoornis, maar kan wel aanhoudend en ernstig zijn, indien dit niet behandeld wordt (Mundia, 2012). Daarbij ontwikkelen kinderen met rekenangst vaak een negatieve houding tegenover het rekenen (Devine et al., 2018).

Om het ontwikkelen van rekenangst en andere rekenproblemen te voorkomen, is het vroeg herkennen van rekenproblemen van belang. Gersten et al. (2005) vonden drie indicatoren die specifiek betrouwbaar lijken om mogelijke rekenproblemen bij kleuters te ontdekken. De kleuters hadden moeite met het aanwijzen van het grootste getal, het verfijnen van hun telstrategieën en ze konden minder vloeiend getallen herkennen. Tot slot werd ook gezien dat ze problemen hadden bij opdrachten die een beroep deden op het werkgeheugen. Ook worden in de DSM-5 (American Psychiatric Association [APA], 2014) voorbeelden genoemd van kenmerken bij kinderen die moeite hebben met rekenen. De voorbeelden die daarbij genoemd worden zijn: een slecht getalbegrip, de grootte en de relaties hiertussen door bijvoorbeeld op de vingers te tellen om een enkel getal erbij op te tellen in plaats van het herinneren van een rekenfeit. Ook het verdwaald raken midden in een rekenkundige berekening en het wisselen van procedure kan een kenmerk zijn. Daarnaast kan moeite bij het wiskundig redeneren gezien worden bij het toepassen van wiskundige concepten, feiten of procedures om kwantitatieve problemen op te lossen.

Wanneer de rekenproblemen dermate ernstig zijn, spreken we mogelijk van een onderliggende specifieke leerstoornis in het rekenen oftewel dyscalculie (Ruijsenaars et al., 2004; Wadlington & Wadlington, 2008). Dyscalculie wordt in de internationale literatuur vaak aangeduid als *mathematics learning disability (MLD)*, *developmental dyscalculia (DD)* (Lewis et al., 2020; Olsson et al., 2016) of *math disability (MD)* (Mazzocco & Myers, 2003). In tegenstelling tot een rekenprobleem, kan dyscalculie niet gerelateerd worden aan omgevingsfactoren en is hardnekkig (APA, 2014; World Health Organization [WHO], 2019). Hardnekkigheid betekent dat ondanks extra oefening en goed onderwijs de rekenproblematiek blijft bestaan, aldus Van Vyt et al. (2004). Dit wordt ook wel didactische resistentie genoemd. Naast het criterium van hardnekkigheid moet volgens Van Luit (2018) voor een diagnose dyscalculie ook voldaan worden aan het criterium van ernst (substantiële achterstand ten opzichte van de automatisering en beheersing van de rekendomeinen) en het criterium van specificiteit (substantiële rekenachterstand ten opzichte van de cognitieve ontwikkeling). De term 'dyscalculie' is dan ook een beschrijvende term, die niet refereert naar een oorzaak of verklaring (Ruijsenaars et al., 2004). Desoete et al. (2010) definiëren dyscalculie als volgt:

‘dyscalculie is een stoornis die gekenmerkt wordt door hardnekkige problemen met het vlot en accuraat oproepen van rekenfeiten en/of het leren en vlot accuraat toepassen van rekenprocedures. Wanneer een kind een probleem heeft met het toepassen van een rekenprocedure (procedurele componenten) dan weet een kind bijvoorbeeld niet hoe iets gedaan moet worden. Dit wordt ook wel procedurele kennis genoemd (Rijssenaars et al., 2004). Bijvoorbeeld het kennen van de regels voor het optellen van breuken, hier betekenis aan kunnen verlenen en het stap voor stap kunnen toelichten.

Dyscalculie wordt in de *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (DSM-5) als een specifieke leerstoornis gedefinieerd, waarbij er sprake is van persisterende aanwezigheid van symptomen bij het aanleren en gebruiken van schoolse vaardigheden, ondanks interventie (APA, 2014). Ook in de *International Classification of Diseases* (ICD-11) wordt aangegeven dat dyscalculie wordt gekenmerkt door aanzienlijke en aanhoudende moeilijkheden bij het leren van vaardigheden die samenhangen met wiskunde of rekenen (WHO, 2019). Echter wordt in de ICD-11 dyscalculie gedefinieerd als ontwikkelingsstoornis, waarbij de prestaties op het gebied van wiskunde of rekenen duidelijk lager zijn dan verwacht zou worden voor de chronologische of ontwikkelingsleeftijd en het niveau van intellectueel functioneren. In beide classificaties wordt aangegeven dat er aanhoudende en aanzienlijke problemen zijn in de basale rekenvaardigheden. Beide geven aan dat er moeite is met het getal gevoel, het onthouden van rekenfeiten, het vlot en accuraat uitvoeren van berekeningen en het wiskundig redeneren. Echter benoemt de ICD-11 specifiek dat de problemen zowel op rekengebied als wiskundig gebied kunnen voorkomen, wat de DSM-5 niet aangeeft.

In overeenstemming met de definities van de DSM-5 (APA, 2014) en ICD-11 (WHO, 2019) zijn de meest voorkomende kenmerken van dyscalculie problemen met het onthouden van elementaire rekenkundige feiten (APA, 2014; Geary & Hoard, 2001; WHO, 2019), problemen met de procedurele componenten van het vlot en accuraat oplossen van complexe, en soms eenvoudige, rekenkundige problemen (APA, 2014; Ganor-Stern, 2017; Geary & Hoard, 2001; WHO, 2019) en problemen met het getal gevoel (APA, 2014, Lewis et al., 2020; Raghobar et al., 2009; WHO, 2019). In de literatuur wordt met getal gevoel bedoeld op de in aanleg aanwezig ‘gevoeligheid voor hoeveelheid’. Bijvoorbeeld dat een kind in één keer kan zien dat er vier druiven op tafel liggen. Problemen met het getal gevoel zijn onderdeel van de *Number Sense Deficit Hypothesis*. Dit is één van de belangrijkste hypothesen in de literatuur om te achterhalen welke onderliggende cognitieve tekortkomingen kunnen spelen bij dyscalculie (Wong et al., 2017). Bij de *number sense deficit hypothesis* worden bij kinderen met dyscalculie onder andere tekorten gezien in het *Approximate Number System*

(ANS). Dit houdt in dat een kind moeilijkheden ondervindt bij het kunnen schatten hoeveel stippen ergens staan, waarbij zij niet kunnen vertrouwen op taal of symbolen (Wong et al., 2017). Volgens deze hypothese hebben kinderen dus moeite met niet-symbolische taken. Een andere belangrijke hypothese is de *access deficit hypothesis*. Deze hypothese stelt dat kinderen met dyscalculie moeilijkheden ondervinden in het koppelen van cijfersymbolen en de onderliggende numerositeit representatie. (Wong et al., 2017). Numerositeit betekent het tellen van het precieze aantal van een getal. Daarnaast wordt bij deze hypothese ook moeilijkheden gezien in *number magnitude mapping*. Dit wordt in het Nederlands ook wel aangeduid met de term symbolische notatie. Dit betekent dat kinderen moeilijkheden hebben met de koppeling tussen een getal symbool en de onderliggende groothedsrepresentatie (Lewis et al., 2020; Raghobar et al., 2009; Wong et al., 2017). Volgens de *access deficit hypothesis* zouden kinderen dus vooral moeite hebben met symbolische taken en minder met niet-symbolische taken, zoals de *number sense deficit hypothesis* stelt. Naast de kenmerken vanuit deze hypothesen benoemt Geary (2010) in zijn onderzoek dat er ook een tekort is in het vermogen om te visualiseren en te interpreteren van visueel-ruimtelijke representaties van wiskundige informatie.

Bij deze moeilijkheden speelt onder andere het werkgeheugen een rol, wat vaak beperkter is bij kinderen met dyscalculie ten opzichte van kinderen met rekenproblemen en gemiddeld presterende kinderen (Geary et al., 2007). Door dit beperkte werkgeheugen kosten procedures meer tijd en zijn extra tussenstappen nodig. Als gevolg daarvan neemt het maken van fouten toe en komt de verbinding tussen opgave en antwoord niet tot weinig tot stand. Op deze manier leidt het vaker doorlopen van procedures niet of nauwelijks tot vastere associaties en blijft automatisering uit (De Jong & Koomen, 2011). Daarnaast blijkt dat kinderen met dyscalculie ook een probleem hebben met het ophalen van informatie uit het lange termijn geheugen. Dit verloopt trager en verhindert ook het snel kunnen reproduceren van rekenfeiten (Geary, 2010). Onderzoekers zijn het dan ook eens dat dyscalculie een neurologisch gebaseerde stoornis is (Geary, 2000; Geary, 2010; Raja & Kumar, 2012; Sousa, 2001; Wadlington & Wadlington, 2008).

Om het risico op het ontwikkelen van een (ernstig) rekenprobleem te verminderen is vroege interventie van belang (Lindenskov & Weng, 2010). Door tijdig in te grijpen wanneer er zich problemen voordoen, kunnen leerkrachten preventief te werk gaan (Groenestijn et al., 2011). Echter wordt volgens Fuchs et al. (2004) vaak pas in de hogere groepen een stoornis in het rekenen gediagnosticeerd. Dit kan komen doordat een stoornis in het rekenen vaak niet wordt herkend (Raja & Kumar, 2012). Daarbij is er geen consistentie over de definitie van

dyscalculie en rekenproblemen (Schmidt, 2016; Wadlington & Wadlington, 2008). Door de verschillende definities is het onduidelijk wanneer we spreken van dyscalculie of een rekenprobleem (Fuchs et al., 2004; Nelson & Powell, 2018).

Zo varieert de definitie dyscalculie door de classificatiecriteria (Looi & Kadosh, 2017) die niet consistent zijn tussen onderzoeken naar dyscalculie (Devine et al., 2013; Geary, 2000; Lewis & Fisher, 2016). In sommige onderzoeken wordt dyscalculie gedefinieerd als significant slechte rekenprestatie ten opzichte van de algemene intelligentie (Lewis & Fisher, 2016; Mazocco & Myers, 2003) of als een kind twee jaar vertraging heeft op rekengebied (gelijk of lager aan het niveau van een kind dat twee jaar jonger is), wat overeenkomt met de definitie vanuit de ICD-11 (WHO, 2019). Ook wordt er in sommige onderzoeken gekeken naar een significant lagere rekenprestatie ten opzichte van andere vakken (Lewis & Fisher, 2016). Verder wordt dyscalculie gedefinieerd als er geen verbetering te zien is na verschillende interventies gericht op rekenen (Looi & Kadosh, 2017), wat duidt op de hardnekkigheid (APA, 2014; Van Vyt et al., 2004). Tot slot wordt in andere onderzoeken dyscalculie gedefinieerd door een bepaalde cut-off score aan te nemen, waarbij de rekenprestatie onder een bepaald percentiel ligt (Barahmand, 2008). Lewis en Fisher (2016) lieten in een systematische review zien dat de cut-off scores voor het classificeren van dyscalculie variëren van het 2^e tot 46^e percentiel. Dit suggereert dat leerlingen die in het ene onderzoek met dyscalculie worden geclassificeerd, in een ander onderzoek mogelijk niet worden geclassificeerd met dyscalculie.

Lewis en Fisher (2016) concludeerden dan ook dat er een grote variabiliteit is in de gebruikte classificatiemethoden. Wel zagen zij dat er een toename is in de nauwkeurigheid van de beoordelingscriteria die worden gebruikt om dyscalculie te identificeren. Lewis en Fisher (2016) voerden een systematische review uit waarbij ze keken naar studies tussen 1974 en 2013. De vraag is of deze trend zich heeft voortgezet de afgelopen tijd. Daarnaast gaven Lewis en Fisher (2016) ook aan dat studies steeds meer onderscheid maken tussen lage prestaties op rekenen en dyscalculie en zagen zij een toename in het aantal studies dat voor het classificeren van dyscalculie keken naar aanhoudende prestaties onder een bepaalde grenswaarde over meerdere jaren. Dit laatste duidt op een toename van het aantal studies dat de criteria hardnekkigheid meenamen voor het classificeren van dyscalculie. Ook hierbij kan de vraag gesteld worden of deze trends zich hebben voortgezet.

Er zal in dit onderzoek aansluitend op Lewis en Fisher (2016) verder onderzoek gedaan worden naar hoe er onderscheid wordt gemaakt tussen rekenproblemen en dyscalculie, waarbij ook gekeken wordt naar signalerende kenmerken op jonge leeftijd. Lewis en Fisher

(2016) keken naar niet cognitieve factoren door van de gevonden artikelen de sociaaleconomische status, ras, taalvaardigheid en geslacht te rapporteren. Echter keken zij niet naar mogelijke onderliggende oorzaken die zorgen voor rekenproblemen, zoals een slecht getalbegrip. Zij keken dan ook niet specifiek naar signalerende kenmerken, maar alleen naar verschillende algemene rekendomeinen. Echter is het belangrijk om inzicht te krijgen in mogelijke onderliggende oorzaken en bijbehorende kenmerken, zodat dyscalculie en rekenproblemen tijdig herkend kunnen worden en de juiste diagnoses gesteld kunnen worden. Daarom is de volgende onderzoeksvraag opgesteld: ‘Op wat voor manier wordt er onderscheid gemaakt tussen rekenproblemen en dyscalculie bij kinderen in de schoolleeftijd en wat zijn de bijbehorende kenmerken?’

De uitkomsten van deze systematische review kunnen een bijdrage leveren voor leerkrachten, intern begeleiders, orthopedagogen en andere professionals.

Methode

Design

In deze systematische review zijn classificaties en kenmerken van rekenproblemen en dyscalculie in wetenschappelijk onderzoek vergeleken. Met behulp van trefwoorden is er gezocht in de psychologische en educatieve databases ERIC en PsycINFO. Empirische studies die tussen januari 2013 en december 2021 zijn gepubliceerd zijn geïdentificeerd, om aan te sluiten bij het onderzoek van Lewis en Fisher (2016). Zij keken naar studies tussen 1974 en 2013.

Zoekprocedure

Om de trefwoorden te definiëren is er gekeken naar de gebruikte literatuur op het gebied van rekenproblemen en dyscalculie vanuit de inleiding (Lewis & Fisher, 2016; Lewis et al., 2020; Mazzocco & Myers, 2003; Olsson et al., 2016). Verder zijn er trefwoorden ingevuld in Thesaurus via de databases ERIC en PsycINFO. Ook is er een ongestructureerde zoektocht uitgevoerd. Er is gekeken of de studies die in het eerste stadium van het onderzoek gevonden zijn, ook teruggevonden werden na het invoeren van de trefwoorden in de databases.

Er is gezocht in wetenschappelijke onderzoeken, waarbij de volgende trefwoorden zijn ingevuld in een zoekopdracht¹²: *dyscalculia OR math* n2 disab* OR math* n2 learning disab* OR arithmetic* n2 disab* OR arithmetic* n2 difficult* OR math* n2 problem OR math* n2 learning difficult* OR math* n2 difficult* OR arithmetic* n2 problem OR underachieving in math* OR low-performing in math* AND kindergarten OR primary school OR elementary school OR primary education OR elementary education OR grade school.*

De geïdentificeerde studies in dit onderzoek voldoen aan de volgende inclusie- en exclusiecriteria:

- Het is gepubliceerd in het Engels.
- Het gaat om empirisch onderzoek en het onderzoek is peer-reviewed. Meta-analyses, reviews en proefschriften zijn uitgesloten.
- Het is gepubliceerd in een wetenschappelijk tijdschrift tussen januari 2013 en december 2021.
- De onderzoekspopulatie valt in de schoolleeftijd van vier tot twaalf jaar.
- Er is duidelijk gemaakt hoe kinderen geclassificeerd zijn op dyscalculie en/of hoe de diagnose dyscalculie is gesteld en/of er is duidelijk gemaakt waarom een kind een rekenprobleem heeft.
- Onderzoeken waarbij sprake is van een differentiaaldiagnose zijn uitgesloten. Hieronder vallen ook de onderzoeken waarbij sprake is van dyscalculie én een verstandelijke beperking (IQ < 70). Volgens de DSM-5 (APA, 2014) mag dit niet naast elkaar gesteld worden.
- Er is duidelijk beschreven wat de bijbehorende kenmerken zijn wat betreft rekenproblemen en/of dyscalculie.

Selectieproces

Na het uitvoeren van de zoekprocedure zijn 1371 studies gevonden. Van deze studies zijn 187 studies uitgesloten omdat deze studies dubbel voorkwamen. Van de overgebleven 1184 studies zijn de bruikbare studies uit de gevonden studies geselecteerd, door de titel en de abstract te toetsen aan de hand van de selectiecriteria. Studies die niet voldeden aan de selectiecriteria zijn uitgesloten, waarbij geregistreerd is waarom ze zijn uitgesloten. De eerste

¹ Het teken (*) wordt in databases gebruikt om alle extensies die uit het woord afgeleid kunnen worden weer te geven. Bijvoorbeeld math* staat voor de term mathematics als ook voor de term mathematical.

² n2 wordt in databases gebruikt om de nabijheid van woorden te verfijnen en geeft aan dat bijvoorbeeld tussen math* en disab* niet meer dan twee woorden mogen staan.

ronde is uitgevoerd in samenwerking met een masterstudent pedagogische wetenschappen. De 1184 studies zijn gelijk verdeeld over de twee beoordelaars. In de beginfase van de eerste ronde is steekproefsgewijs gekeken door de tweede beoordelaar naar 5% van de gevonden studies. Er is afzonderlijk van elkaar gekeken naar 60 willekeurige studies, waarbij nagegaan is of beide beoordelaars op dezelfde manier studies includeerden of uitsloten. Bij twee studies was er sprake van inconsistentie tussen de beoordelaars. Daarom is er een discussie gevoerd over de reden van includeren of uitsluiten. Tijdens deze discussie werd duidelijk dat er niet voldaan werd aan de inclusiecriteria, waardoor beide studies niet meegenomen zijn naar de tweede ronde. Om de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid te beoordelen is de Cohen's Kappa berekend. De Cohen's Kappa is ,93. Dit geeft een uitstekende mate van overeenstemming aan tussen beide beoordelaars.

Van de 1184 studies zijn 870 studies uitgesloten aan de hand van de exclusiecriteria (zie Figuur 1). Bij de meeste studies was er geen sprake van een rekenprobleem of rekenstoornis bij de onderzoekspopulatie ($n = 681$). De 314 overgebleven studies zijn in de tweede ronde helemaal gelezen en getoetst aan de hand van de selectiecriteria, waarbij wederom is verantwoord waarom een studie is uitgesloten. Van de 314 studies zijn 117 studies uitgesloten aan de hand van de exclusiecriteria (zie Figuur 1). Bij twee studies³ miste de volledige tekst. Er is geprobeerd contact te leggen met de betreffende onderzoekers via ResearchGate en via de mail. Ook heeft de onderzoeker een herinneringsmail ontvangen na een week. Echter is het niet gelukt om de volledige tekst van deze studies te verkrijgen, waardoor deze gegevens niet opgenomen konden worden in deze systematische review. Tijdens de tweede ronde is de bruikbare informatie ingevuld vanuit de geïncludeerde studies ($n = 196$) in een Excel bestand.

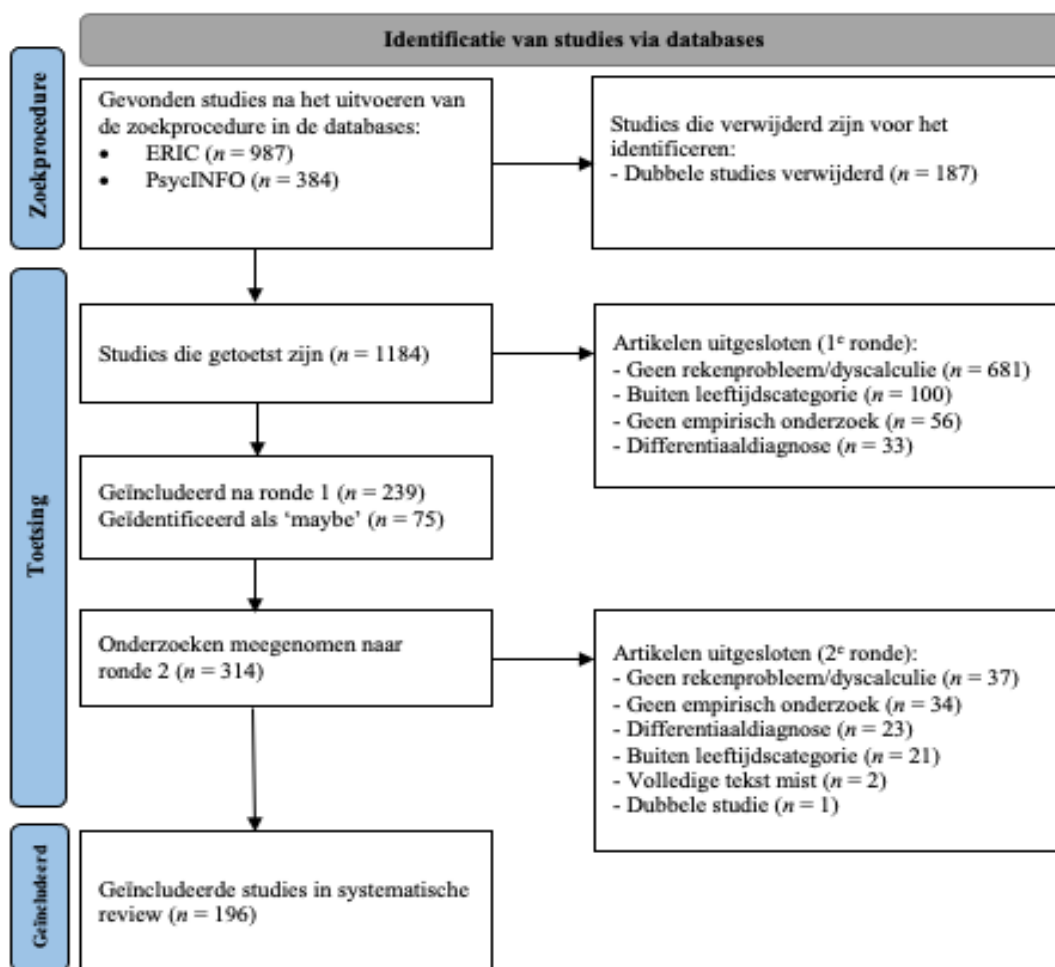
Het selectieproces is bijgehouden in het programma Rayyan (Ouzzani et al., 2016). In het PRISMA diagram (Page et al. 2020) is schematisch weergegeven hoeveel studies zijn geïncludeerd en uitgesloten (zie Figuur 1).

³ Hinton, V., Gibbs, A., & Franklin, T. (2020). The Effects of CRA/CSA Explicit Instruction for Students with and without Disabilities Taught in an Inclusive Setting. *Journal of the American Academy of Special Education Professionals*, 46-57.

Wilburne, J.M., & Dause, E. (2017). Teaching Self-Regulated Learning Strategies to Low-Achieving Fourth-Grade Students to Enhance Their Perseverance in Mathematical Problem Solving. *Investigations in Mathematics Learning*, 9(1), 38-52.

Figuur 1

PRISMA diagram waarin het selectieproces schematisch is weergegeven



Data extractie

Vanuit de bruikbare studies zijn de volgende studiekekenmerken gecodeerd: auteur, publicatiejaar, titel, journal, aantal participanten, geslacht van de participant in proportie en de gemiddelde leeftijd van de participanten.

Daarnaast is de volgende informatie gecodeerd om de onderzoeksvraag te beantwoorden. Om de classificatiecriteria te coderen is gebruik gemaakt van de volgende categorieën vanuit het onderzoek van Lewis en Fisher (2016): cut-off score (met bijbehorend percentiel), discrepantie ten opzichte van het IQ en discrepantie ten opzichte van andere vakken. Met aanvullende informatie vanuit de inleiding is ook het volgende gecodeerd: twee jaar achterstand (op rekengebied) en geen verbetering na een rekeninterventie. Om te kijken naar de samenhangende factoren voor een rekenprobleem en dyscalculie is gebruik gemaakt van de informatie vanuit de inleiding. Dit is als volgt gecodeerd: taalmoeilijkheden, kwaliteit van onderwijs, lage sociaaleconomische status en rekenangst.

Ook is er gekeken naar de signalerende kenmerken voor een rekenprobleem en/of dyscalculie. Deze signalerende kenmerken en tekortkomingen zijn als volgt gecodeerd, met behulp van de informatie vanuit de inleiding, problemen met: verfijnen van telstrategieën, procedurele componenten (rekenprocedure), onthouden van rekenkundige feiten, getal gevoel, visualisatie en interpretatie van visueel-ruimtelijke representaties, werkgeheugen, ophalen van informatie uit lange termijn geheugen en getalbegrip. Problemen met numerositeit en symbolische notatie vallen onder getalbegrip.

Er zijn nieuwe codes aangemaakt indien er vanuit de geïncludeerde studies nieuwe relevante informatie werd gegeven over de classificatiecriteria, samenhangende factoren, signalerend kenmerken en/of tekortkomingen voor rekenproblemen/dyscalculie dat niet paste onder de eerdergenoemde codes.

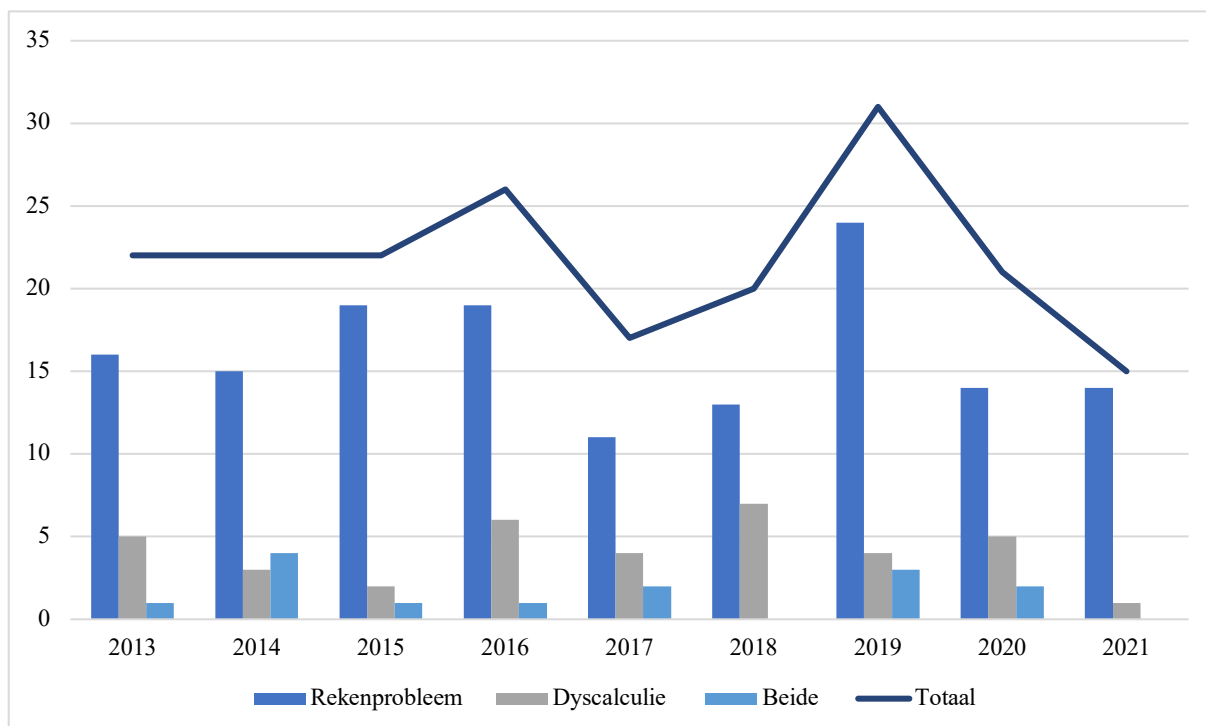
Resultaten

Er zijn 196 studies gevonden tussen januari 2013 en december 2021 die voldeden aan de inclusiecriteria (zie Figuur 2). Bij deze studies loopt het aantal participanten van 1 participant tot 9324 participanten, waarbij het gemiddelde 335 participanten is en de mediaan ligt bij 138 participanten. Bij de meeste studies was er sprake van een onderzoeksgroep met ongeveer evenveel vrouwelijke als mannelijke participanten. Alleen bij casestudy's kon dit afwijkend zijn. Het gemiddelde in proportie is 50% vrouwelijke participanten, waarbij de range loopt van 0% tot 100% vrouwelijke participanten. Verder loopt de range van het aantal vrouwelijke participanten van 0 tot 4662 vrouwelijke participanten. De meeste studies (18%) zijn gedaan bij participanten in groep 5 en de mediaan ligt bij groep 4.

Van deze 196 studies deden de meeste studies ($n = 145$) onderzoek naar een rekenprobleem. Daarnaast deden 37 studies onderzoek naar dyscalculie en 14 studies deden onderzoek naar zowel een rekenprobleem als dyscalculie. Bij de gevonden studies die onderzoek deden naar een rekenprobleem zijn de studies die onderzoek deden naar een risico op een rekenprobleem ook meegenomen ($n = 45$), omdat dit duidt op onderzoek naar een rekenprobleem. In Figuur 2 is te zien dat in 2019 de meeste studies gevonden zijn ($n = 31$) en het aantal studies verder redelijk consistent lijkt over de jaren heen.

Figuur 2

Aantal geïncludeerde studies per jaar met daarin het onderscheid tussen studies die onderzoek deden naar een rekenprobleem, naar dyscalculie en naar beide



Onderscheid tussen een rekenprobleem en dyscalculie

Om antwoord te geven op de hoofdvraag is er gekeken naar de manieren die gebruikt worden om een rekenprobleem of dyscalculie vast te stellen binnen een onderzoek. In Tabel 1 is te zien dat het vaakst een cut-off percentielscore wordt gebruikt, waarbij kinderen geclassificeerd worden met een rekenprobleem of dyscalculie wanneer hun score op een rekentoets onder een bepaald percentiel ligt. Dit geldt voor zowel de classificatie van een rekenprobleem (68%, $n = 119$) als voor dyscalculie (55,7%, $n = 35$).

In sommige studies wordt er meer dan één classificatiecriteria gebruikt. Beide criteria zijn in dit geval opgenomen in Tabel 1. Bij studies die onderzoek deden naar een rekenprobleem waren 16 studies (10%)⁴ die twee classificatiecriteria gebruikten. Bij deze studies wordt er vaak naast de mening van de leerkracht nog een extra criterium gebruikt ($n = 15$). Dit wordt vaak gedaan in combinatie met een cut-off score ($n = 6$) of discrepantie ten opzichte van de norm ($n = 4$). Ook is er bij twee studies die onderzoek deden naar een rekenprobleem gebruik gemaakt van twee cut-off percentielscores om te classificeren. Dit was ook het geval bij twee studies die onderzoek deden naar dyscalculie.

⁴ Totaal rekenprobleem is 145 + 14 (onderzoek naar beide). $16/159 = 10\%$

Tabel 1

Manieren waarop een rekenprobleem en dyscalculie geclassificeerd worden binnen het doen van onderzoek

Classificatie	Rekenprobleem		Dyscalculie	
	<i>n</i>	Percentage	<i>n</i>	Percentage
Cut-off score	119	68,0%	35	54,7%
Mening leerkracht	23	13,1%	5	7,8%
Discrepantie t.o.v. de norm*	17	9,7%	7	10,9%
Niet omschreven	9	5,1%	2	3,1%
Deelname interventie	3	1,7%	5	7,8%
Discrepantie t.o.v. IQ	1	0,6%	1	1,6%
Twee jaar achterstand	1	0,6%	0	0,0%
Geen verbetering na interventie	1	0,6%	2	3,1%
Broer/zus met dyscalculie	1	0,6%	0	0,0%
Diagnose eerder gesteld	0	0,0%	6	9,4%
Moeite ophalen basisfeiten	0	0,0%	1	1,6%
Discrepantie t.o.v. andere vakken	0	0,0%	0	0,0%
Totaal	175	100,0%	64	100%

Noot. Discrepantie ten opzichte van de norm is toegevoegd, omdat het in dit geval niet ging om een specifieke cut-off score, maar bijvoorbeeld om achterstand op basis van behaalde cijfers (meer of minder dan twee jaar).

Bij studies die onderzoek deden naar dyscalculie waren 11 studies die gebruik maakten van twee classificatiecriteria en één studie die gebruik maakte van drie classificatiecriteria. Bij deze studies wordt vaak naast de diagnose ($n = 6$) en de mening van de leerkracht ($n = 5$) een extra criterium gebruikt. In totaal waren er dus 12 studies (23,5%)⁵ die meer dan één classificatiecriteria gebruikten. Dat er meer dan één classificatiecriteria werd gebruikt was bij dyscalculie in proportie meer dan twee keer zo vaak als bij een rekenprobleem.

Daarnaast is te zien dat de mening van de leerkracht bij een rekenprobleem ($n = 23$, 13,1%) vaker wordt meegenomen dan bij dyscalculie ($n = 5$, 7,8%). Er zijn ook onderzoeken bij zowel een rekenprobleem ($n = 9$, 5,1%) als bij dyscalculie ($n = 2$, 3,1%) die in hun onderzoek de classificatiecriteria niet (duidelijk) beschreven hebben. Deze onderzoeken zijn ondergebracht onder het label 'niet omschreven'. Verder is te zien dat bij dyscalculie vaker het criterium waarbij een kind deelneemt aan een interventie voor rekenen ($n = 5$, 7,8%) wordt meegenomen in de classificatiecriteria, dan bij een rekenprobleem ($n = 3$, 1,7%).

⁵ Totaal dyscalculie is 37 + 14 (onderzoek naar beide). $12/51 = 23,5\%$

Om de cut-off score vast te kunnen stellen worden diverse meetinstrumenten gebruikt. Bij een rekenprobleem is er bij 59% ($n = 94$) van het totaal aantal studies gebruik gemaakt van een of meer gestandaardiseerde meetinstrumenten met een cut-off score (zie Tabel 2). Daarnaast is bij 16% ($n = 25$) ook gebruik gemaakt van een cut-off score, maar is er geen duidelijk meetinstrument genoemd. Bij één studie is er wel een duidelijk meetinstrument genoemd, maar zonder duidelijke cut-off score. Bij 18% ($n = 28$) van de studies is er geen gebruik gemaakt van een gestandaardiseerd meetinstrument en bij 6% ($n = 9$) is onduidelijk hoe er geëvalueerd is.

Bij dyscalculie is er bij 45% ($n = 23$) van het totaal aantal studies gebruik gemaakt van een of meer gestandaardiseerde meetinstrumenten met een cut-off score. Daarnaast is er bij 24% ($n = 12$) ook gebruik gemaakt van een cut-off score, maar is er geen duidelijk meetinstrument genoemd. Bij drie studies is er wel een duidelijk meetinstrument genoemd, maar zonder duidelijke cut-off score. Bij 22% ($n = 11$) van de studies is er geen gebruik gemaakt van een gestandaardiseerd meetinstrument. Hieronder valt ook wanneer er sprake was van het diagnose criterium en/of interventie criterium. Bij 4% ($n = 2$) is onduidelijk hoe er geëvalueerd is.

Er worden regelmatig twee meetinstrumenten naast elkaar gebruikt binnen een onderzoek. Meetinstrumenten die regelmatig samen voorkwamen zijn de *Assessing Student Proficiency in Early Number Sense (ASPENS)* die vaak gecombineerd wordt met de *Number Sense Brief (NSB)*. De *Test of Math Ability (TOMA)* wordt vaak gecombineerd met de *Keymath* en de Kortrijkse Rekeningtest met de *Tempo Test Rekenen (TTR)*. De *Wide Range*

Tabel 2

Gegevens over hoe vaak gebruik is gemaakt van een gestandaardiseerd meetinstrument om een rekenprobleem of dyscalculie te classificeren

	Rekenprobleem		Dyscalculie	
	<i>n</i>	Percentage	<i>n</i>	Percentage
Gestandaardiseerd meetinstrument met cut-off score	94	59%	23	45%
Cut-off score zonder duidelijk meetinstrument	25	16%	12	24%
Niet gestandaardiseerd	28	18%	11	22%
Onduidelijk hoe geëvalueerd	9	6%	2	4%
Gestandaardiseerd zonder duidelijke cut-off score	1	1%	3	6%
Totaal	159	100%	51	100%

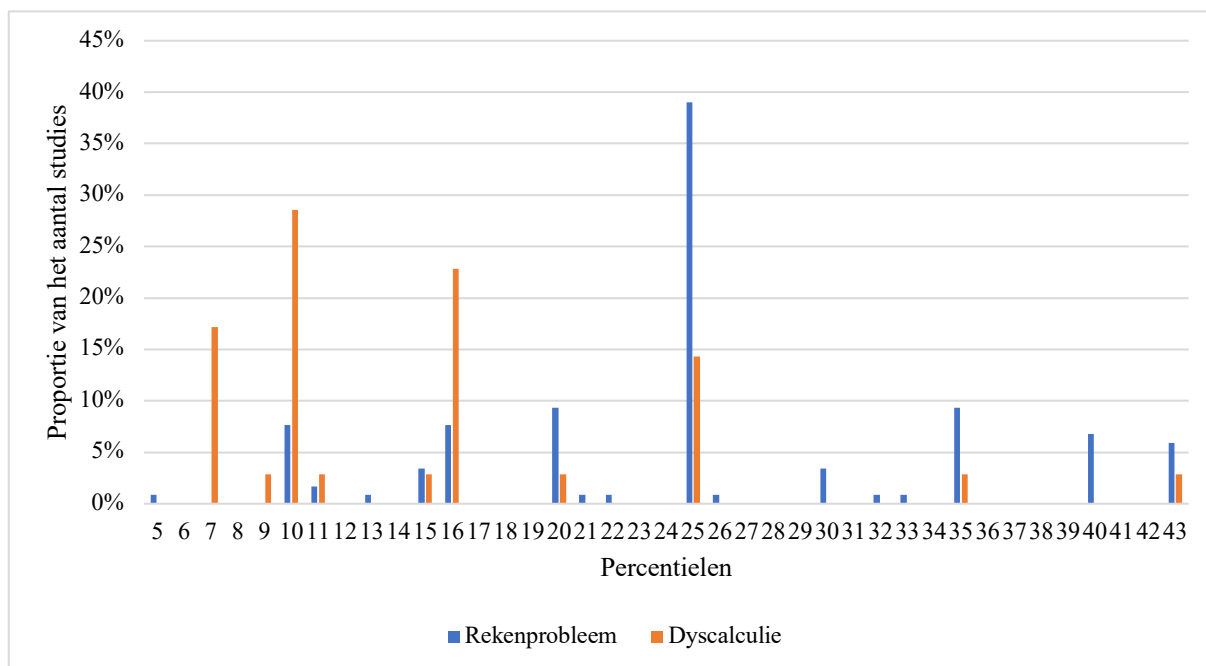
Achievement Test (WRAT) lijkt het meest gebruikt te worden bij het vaststellen van een rekenprobleem en wordt niet gebruikt voor het vaststellen van dyscalculie. Bij de *WRAT* (Wilkinson & Robertson, 2006) lossen leerlingen rekenproblemen op die toenemen in moeilijkheidsgraad (Foreman-Murray & Fuchs, 2019). De betrouwbaarheid van de *WRAT* wordt beoordeeld met een Cronbach's Alpha van ,87 wat een goede betrouwbaarheid aangeeft. Bij dyscalculie is er niet één meetinstrument dat relatief vaker gebruikt wordt. De eerdergenoemde meetinstrumenten zijn allemaal gebaseerd op een normeringsgroep waarbij uitgegaan wordt van de gemiddelde schoolpopulatie.

Al met al worden er veel verschillende meetinstrumenten gebruikt. Bij deze verschillende meetinstrumenten worden ook vaak bijbehorende cut-off percentielscores gebruikt. Zo wordt bij de *ASPENS* vaak een percentiel van 43 of lager gehanteerd voor het classificeren van een rekenprobleem ($n = 7$), maar ook voor dyscalculie ($n = 1$). Bij de *NSB*, waarmee de *ASPENS* vaak gecombineerd wordt, wordt vaak een percentiel van 20 of lager gehanteerd voor het classificeren van zowel een rekenprobleem ($n = 4$) als voor dyscalculie ($n = 1$). Bij de *KeyMath* wordt vaak een percentiel van 25 of lager gehanteerd voor het classificeren van een rekenprobleem ($n = 4$), maar ook door een percentiel van 16 of lager ($n = 1$). Om dyscalculie te classificeren met de *Keymath* is een percentiel van 25 of lager gehanteerd ($n = 1$). Bij de *TOMA* is voor het vaststellen van een rekenprobleem een percentiel van 25 of lager gehanteerd ($n = 4$), maar ook van 35 of lager ($n = 1$). Er worden verschillende cut-off percentielscores gebruikt bij dezelfde testen om een rekenprobleem of dyscalculie te classificeren. Ook worden dezelfde cut-off percentielscores gebruikt bij bepaalde testen voor zowel het vaststellen van een rekenprobleem als dyscalculie.

Hoe vaak in proportie een bepaalde cut-off percentielscore voorkwam in de geïncludeerde studies is weergegeven in Figuur 3. De cut-off percentielscores bij een rekenprobleem lopen van het 5^e tot 43^e percentiel en bij dyscalculie van het 7^e tot 43^e percentiel. Bij een rekenprobleem wordt een cut-off score van 25 ($n = 46$, 39%) veruit het meest gehanteerd. Bij dyscalculie wordt een cut-off score van 10 ($n = 10$, 29%) het meest gehanteerd, maar ook wordt een percentiel van 16 ($n = 8$, 23%), een percentiel van 7 ($n = 6$, 17%) en een percentiel van 25 ($n = 5$, 14%) regelmatig gehanteerd. Bij dyscalculie lijkt er dan ook meer onenigheid te zijn doordat er meer vergelijkbare proporties bij verschillende cut-off percentielscores zijn.

Figuur 3

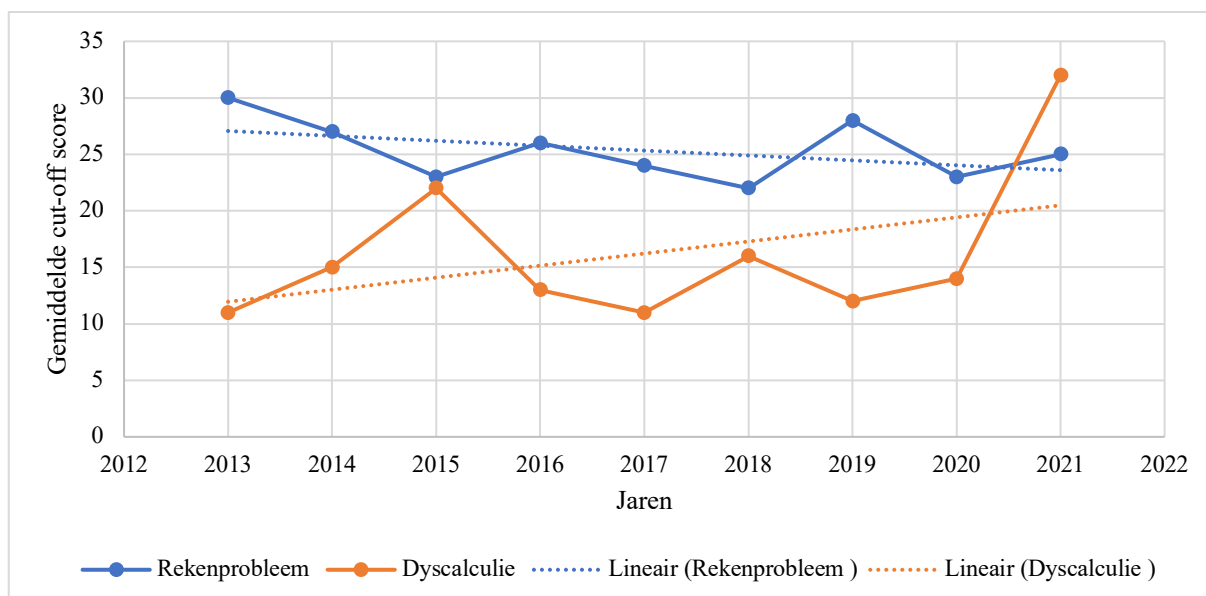
Proportie van het aantal studies per gebruikt cut-off percentielscore, waaronder een kind wordt geclassificeerd met een rekenprobleem of dyscalculie.



Om te kijken naar het verloop door de jaren heen van de gebruikte cut-off percentielscores om een rekenprobleem of dyscalculie te classificeren, is er per jaar de gemiddelde cut-off score berekend (zie Figuur 4). Te zien is dat de gemiddeld genomen cut-

Figuur 4

Gemiddelde cut-off percentielscores weergegeven per jaar waaronder een kind wordt geclassificeerd met een rekenprobleem of dyscalculie

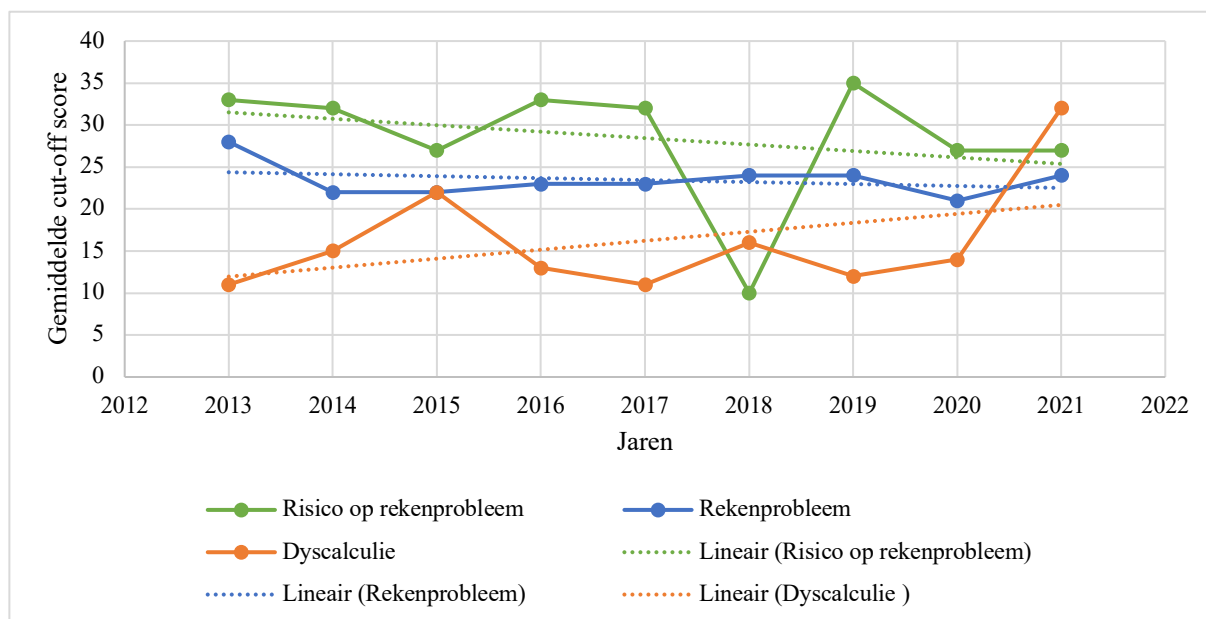


off percentielscore bij onderzoeken naar een rekenprobleem hoger ligt door de jaren heen dan bij onderzoeken naar dyscalculie. Wel lijkt de gemiddelde cut-off percentielscore bij de onderzoeken naar een rekenprobleem lager te worden en die van dyscalculie juist hoger. Echter berust het gemiddelde in 2021 bij dyscalculie op slechts twee gevonden percentielen (zie Bijlage A, Tabel A4). Hierdoor wordt het beeld mogelijk vertekend.

Omdat de kans bestaat dat bij onderzoeken naar een risico op een rekenprobleem een ruimere cut-off percentielscore gebruikt wordt, is hier in Figuur 5 onderscheid in gemaakt. In Figuur 5 is te zien dat de gemiddelde cut-off percentielscore bij onderzoeken naar een risico op een rekenprobleem ruimer en dus hoger is door de jaren heen ten opzichte van de onderzoeken naar een rekenprobleem (zonder het risico op een rekenprobleem). Alleen de gemiddelde cut-off score in 2018 valt lager uit bij een risico op een rekenprobleem. Echter berust dit gemiddelde in 2018 op slechts één gevonden cut-off score (zie Bijlage A, Tabel A4). Hierdoor wordt dit beeld mogelijk vertekend. Zowel bij onderzoeken naar een risico op een rekenprobleem als onderzoeken naar een rekenprobleem is te zien dat de gemiddelde cut-off percentielscore iets daalt door de jaren heen, maar min of meer consistent blijft.

Figuur 5

Gemiddelde cut-off percentielscores weergegeven per jaar, waarbij de studies die onderzoek deden naar een risico op een rekenprobleem gescheiden zijn van een rekenprobleem en dyscalculie



Bij de gevonden studies die zowel keken naar kinderen met een rekenprobleem als naar dyscalculie ($n = 14$) is er in alle studies onderscheid gemaakt door verschillende cut-off percentielscores te hanteren voor het classificeren van een rekenprobleem en dyscalculie. Hierdoor werden de kinderen met dyscalculie specifiek onderscheiden van een meer algemene groep kinderen met een rekenprobleem, doordat de kinderen met dyscalculie onder een strengere cut-off percentielscore vielen dan de kinderen met een rekenprobleem. Echter wordt dit onderscheid in de overige onderzoeken naar alleen een rekenprobleem weinig tot niet gemaakt. Alleen in 2019 maakte 5% ($n = 1$) en in 2020 10% ($n = 1$) van de onderzoeken naar een rekenprobleem onderscheid tussen een rekenprobleem en dyscalculie, door kinderen met dyscalculie te onderscheiden. De overige studies deden dit niet, waardoor onder de groep van kinderen met een rekenprobleem ook mogelijk kinderen met dyscalculie vielen.

Samenhangende factoren en signalerende kenmerken

Om antwoord te geven op de kenmerken die horen bij het hebben van een rekenprobleem of dyscalculie is er gekeken naar factoren die hiermee samenhangen en de signalerende kenmerken. Van het totaal aantal studies dat gevonden is, deed 16%⁶ ($n = 32$) onderzoek naar samenhangende factoren bij een rekenprobleem of dyscalculie. De meeste studies zijn gevonden in 2018 en 2019 en er zijn geen studies gevonden in 2021

De samenhangende factor die het meest is gevonden, bij zowel studies die onderzoek deden naar een rekenprobleem als naar dyscalculie, is het verband met een lage sociaaleconomische status (zie Tabel 3). Daarnaast is ook regelmatig het verband tussen een rekenprobleem en taalmoeilijkheden gevonden ($n = 7$) en tussen een rekenprobleem en

Tabel 3

Aantal gevonden studies die onderzoek deden naar samenhangende factoren bij een rekenprobleem of dyscalculie

Samenhangende factoren	Rekenprobleem	Dyscalculie	Totaal
Lage sociaaleconomische status	8	4	12
Rekenangst	7	2	9
Taalmoeilijkheden	7	1	8
Rekenomgeving thuis	1	1	2
Leerlingen uit een minderheidsgroep	1	0	1
Kwaliteit van onderwijs	0	0	0
Totaal	24	8	32

⁶ $32/196 = 16\%$

rekenangst ($n = 7$). De studies waarin gesproken werd over zowel rekenangst als een laag wiskundig zelfconcept of zelfbeeld zijn ingedeeld onder het label ‘rekenangst’. Studies waarbij taalmoeilijkheden als samenhangende factor is gevonden, geven regelmatig aan dat deze kinderen het moeilijk vinden om begrijpend te lezen. Ook is er bij één studie aangegeven dat de beheersing van de rekentaal als factor gezien wordt.

Al met al zijn er meer studies gevonden die een samenhangende factor onderzochten bij een rekenprobleem ($n = 24$) dan bij dyscalculie ($n = 8$). Er zijn geen studies gevonden die een verband onderzochten tussen de kwaliteit van onderwijs en een rekenprobleem of dyscalculie.

Verder is er gekeken naar de signalerende kenmerken en tekortkomingen die gevonden zijn bij studies die onderzoek deden naar een rekenprobleem en/of dyscalculie (zie Tabel 4). In totaal rapporteerden 72 studies die onderzoek deden naar een rekenprobleem over

Tabel 4

Signalerende kenmerken en tekortkomingen die horen bij een rekenprobleem en die horen bij dyscalculie.

Signalerende kenmerken/tekortkomingen	Rekenprobleem		Dyscalculie	
	<i>n</i>	Percentage	<i>n</i>	Percentage
Procedurele componenten	23	24%	3	8%
Getalbegrip	19	20%	7	18%
Werkgeheugen	14	15%	9	23%
Getal gevoel	9	9%	5	13%
Breuken	9	9%	1	3%
Gedrag	6	6%	0	0%
Visualisatie en interpretatie van visueel-ruimtelijke representaties	6	6%	5	13%
Geheugen (niet specifiek)	3	3%	2	5%
Onthouden van rekenkundige feiten	2	2%	4	10%
Verwerkingssnelheid	2	2%	1	3%
Vorbereidende rekenvaardigheden	2	2%	0	0%
Wiskundekennis	1	1%	0	0%
Meten en meetkunde	0	0%	1	3%
Metacognitie	0	0%	1	3%
Ophalen van informatie uit langetermijngeheugen	0	0%	1	3%
Totaal	96	100%	40	100%

de bijbehorende signalerende kenmerken/tekortkomingen. Bij studies die onderzoek deden naar dyscalculie rapporteerden 26 hierover. In sommige studies worden meerdere signalerende kenmerken/tekortkomingen gerapporteerd waardoor het totaal in Tabel 4 hoger is dan het aantal studies. Bij studies die onderzoek deden naar een rekenprobleem worden de meeste problemen gezien in de procedurele componenten ($n = 23$, 24%). Hierbij worden vooral problemen gezien bij het oplossen van verhaalsommen ($n = 13$). Daarnaast worden ook regelmatig problemen gezien met het getalbegrip ($n = 21$, 22%). Hieronder vallen problemen met de symbolische notatie ($n = 7$) en numerositeit ($n = 3$). Verder worden ook regelmatig problemen gezien met het werkgeheugen ($n = 14$, 15%), met het getal gevoel ($n = 9$, 9%) en breuken ($n = 9$, 9%). Onder getal gevoel worden onder andere problemen met het *ANS* aangeven ($n = 2$). Er is gekozen om een apart label ‘breuken’ te maken omdat dit regelmatig specifiek wordt aangegeven in de geïncludeerde onderzoeken.

Bij dyscalculie worden de meeste problemen gezien bij het werkgeheugen ($n = 9$, 23%), gevolgd door getalbegrip ($n = 7$, 18%). Ook problemen met het getal gevoel ($n = 5$, 13%) worden regelmatig gezien, waaronder vaak gesproken wordt van problemen met het *ANS* ($n = 4$). Ook problemen in de visualisatie en interpretatie van visueel ruimtelijke representaties worden regelmatig gevonden ($n = 5$, 13%), wat te maken heeft met het ruimtelijk inzicht.

Bij zowel een rekenprobleem als bij dyscalculie worden veel problemen gezien met het geheugen, waaronder expliciet het werkgeheugen vaak genoemd wordt. Daarnaast wordt bij een rekenprobleem ook het gedrag gezien als signalerend kenmerk, waarbij aangegeven wordt dat sommige kinderen aandachttekort hebben bij de opdrachten die ze moeten maken ($n = 5$). Ook wordt bij één studie aangegeven dat ze uitdagend gedrag zagen bij kinderen met een rekenprobleem. Gedragmatige signalerende kenmerken worden niet gevonden bij dyscalculie. Daarbij worden bij een rekenprobleem vaker problemen gezien bij de procedurele componenten (24%) dan bij dyscalculie (8%). Bij dyscalculie worden relatief vaker problemen gezien in het onthouden van rekenkundige feiten (10%) dan bij een rekenprobleem (2%). Daarnaast zijn er ook veel signalerende kenmerken die bij beide regelmatig voorkomen.

Tot slot is er ook gekeken naar de 14 geïncludeerde studies die zowel keken naar een rekenprobleem als naar dyscalculie, zodat er gekeken kan worden naar signalerende kenmerken binnen deze de studies. Het vaakst werd bij deze studies die een cut-off score gebruikten, een cut-off percentielscore van 25 gehanteerd om een rekenprobleem vast te stellen (82%) en een cut-off percentielscore van 10 om dyscalculie vast te stellen (64%). Bij deze studies keken drie studies ook naar samenhangende factoren. Bij één studie werd bij

zowel kinderen met een rekenprobleem als kinderen met dyscalculie het verband gevonden met rekenangst. Ook werd bij één studie bij beide groepen het verband gevonden met taalmoeilijkheden. Er was ook één onderzoek die verband zag tussen kinderen met een rekenprobleem en een lage sociaaleconomische status, maar niet tussen kinderen met dyscalculie en een lage sociaaleconomische status.

Op het gebied van signalerende kenmerken is te zien in Tabel 5 dat binnen deze studies het vaakst moeilijkheden op het gebied van getalbegrip worden gezien voor zowel een rekenprobleem ($n = 5$, 36%) als voor dyscalculie ($n = 4$, 31%). Bij één studie werd dit alleen gevonden voor een rekenprobleem en niet voor dyscalculie. Bij de problemen die gevonden worden op het gebied van getalbegrip is het opvallend dat bij een rekenprobleem vaak problemen worden gezien op symbolisch gebied (verbale code ‘vier’ en visuele code ‘4’) ($n = 3$), maar bij dyscalculie op niet-symbolisch gebied (analoge code: bijvoorbeeld vier stippen) ($n = 2$). Daarnaast werd bij één studie wel bij een rekenprobleem problemen met het onthouden van rekenkundige feiten gezien, maar niet bij dyscalculie. Tot slot werd bij één studie wel problemen met het getal gevoel bij dyscalculie gezien, maar niet bij een rekenprobleem. Al met al worden veel verschillende signalerende kenmerken gezien voor zowel een rekenprobleem als voor dyscalculie.

Tabel 5

Signalerende kenmerken bij studies die onderzoek deden naar zowel een rekenprobleem als naar dyscalculie

Signalerende kenmerken	Rekenprobleem		Dyscalculie	
	<i>n</i>	Percentage	<i>n</i>	Percentage
Getalbegrip	5	36%	4	31%
Visualisatie en interpretatie van visueel-ruimtelijke representaties	2	14%	2	15%
Procedurele componenten	2	14%	2	15%
Onthouden van rekenkundige feiten	2	14%	1	8%
Werkgeheugen	1	7%	1	8%
Breuken	1	7%	1	8%
Geheugen	1	7%	1	8%
Getal gevoel	0	0%	1	8%
Totaal	14	100%	13	100%

Conclusie en discussie

In deze systematische review is er gekeken naar studies tussen 2013 en 2022 die onderzoek deden naar een rekenprobleem en/of dyscalculie. De vraag die centraal stond in dit onderzoek was: ‘Op wat voor manier wordt er onderscheid gemaakt tussen rekenproblemen en dyscalculie bij kinderen in de schoolleeftijd en wat zijn de bijbehorende kenmerken?’

Manieren waarop onderscheid gemaakt wordt

Het vaakst wordt er onderscheid gemaakt tussen een rekenprobleem en dyscalculie door bij dyscalculie een strengere cut-off percentielscore te hanteren dan bij een rekenprobleem. Dit wordt vaak gedaan in combinatie met een gestandaardiseerd meetinstrument. Voor de classificatie dyscalculie wordt het vaakst een cut-off score van 10 gehanteerd en voor de classificatie rekenprobleem een cut-off score van 25. Voor het classificeren van kinderen met een risico op een rekenprobleem wordt een nog ruimere cut-off score gehanteerd ten opzichte van kinderen met een rekenprobleem. De strengere cut-off score om dyscalculie te classificeren, lijkt de laatste jaren gemiddeld genomen redelijk consistent te blijven en komt overeen met de laatst gevonden gemiddelde cut-off score (2004 – 2013) van Lewis en Fisher (2016). Deze bevinding komt niet overeen met het onderzoek van Lewis en Fisher (2016), aangezien zij zagen in hun onderzoek dat de gemiddelde cut-off score voor het classificeren van dyscalculie steeds lager werd door de jaren heen.

Daarbij is te zien dat voor het classificeren van een rekenprobleem vaker de mening van de leerkracht wordt meegenomen dan bij dyscalculie. Dit kan mogelijk komen doordat dyscalculie minder vaak herkend wordt door leerkrachten volgens Raja en Kumar (2012). Daarbij is alleen de mening van een leerkracht niet voldoende om dyscalculie te mogen vaststellen. Wel kan informatie vanuit de leerkracht helpend zijn om te kijken naar het criterium van hardnekkigheid (didactische resistentie). De mening van de leerkracht wordt dan ook bij dyscalculie regelmatig als tweede criterium gehanteerd.

Een andere manier waardoor er onderscheid gemaakt wordt is dat er bij dyscalculie sprake kan zijn van een diagnose en bij een rekenproblemen. Indien er gesproken wordt van een diagnose kan ervanuit gegaan worden dat er aan drie criteria worden voldaan, namelijk het criterium van ernst, het criterium van specificiteit en het criterium van hardnekkigheid (Van Luit, 2018). Echter is er slechts bij 12% van het totaal aantal studies dat onderzoek deed naar dyscalculie sprake van een officiële diagnose. Wel is er vanuit de resultaten te zien dat er bij dyscalculie meer dan twee keer zo vaak meerdere criteria worden gehanteerd dan bij

studies naar een rekenprobleem. Echter is dit bij slechts 23,5% van het totaal aantal studies die onderzoek naar dyscalculie deden gehanteerd, terwijl de verwachting hoger zou zijn. Er moet immers sprake zijn van ten minste drie criteria voordat de officiële diagnose dyscalculie gesteld mag worden. Bij veel onderzoeken wordt er vooral gericht op het maken van onderscheid aan de hand van een cut-off percentielscore, waardoor vooral gekeken wordt naar het criterium van ernst. Daarbij is in de inclusie- en exclusiecriteria meegenomen dat er geen sprake mag zijn van een verstandelijke beperking, waardoor de geïncludeerde studies aan het criterium van specificiteit tot op zekere hoogte voldoen. Wel komt vanuit de resultaten naar voren dat het criterium hardnekkigheid weinig meegenomen wordt in het classificeren van dyscalculie.

Er wordt enig onderscheid gemaakt bij het kijken naar de hardnekkigheid, doordat bij dyscalculie vaker gekeken wordt naar of een kind deelneemt aan een interventie. Bij een rekenprobleem komt dit bijna niet voor. Vaak hebben kinderen een diagnose dyscalculie nodig om aan een interventie deel te mogen nemen. Echter heeft van het totaal aantal studies slechts 10% gekeken naar of een kind deelneemt aan een interventie, wat duidt op hardnekkigheid. Dat er weinig gekeken wordt naar het criterium hardnekkigheid voldoet niet aan de verwachting op basis van het onderzoek van Lewis en Fisher (2016). Zij zagen een toename in het aantal studies dat keek naar de hardnekkigheid.

Daarbij zagen Lewis en Fisher (2016) ook een toename van het aantal studies dat goed onderscheid maakten tussen lage prestaties op rekenen en dyscalculie. Bij de geïncludeerde studies die zowel keken naar dyscalculie als naar een rekenprobleem is bij alle studies goed onderscheid gemaakt door voor dyscalculie een strengere cut-off percentielscore te hanteren. Hierdoor werden kinderen met dyscalculie specifiek onderscheiden van een meer algemene groep kinderen met een rekenprobleem. Echter wordt dit bij onderzoeken naar alleen een rekenprobleem nauwelijks tot niet gedaan. Dit heeft als gevolg dat in de resultaten van onderzoeken naar een rekenprobleem ook de resultaten van kinderen met een risico op dyscalculie worden meegenomen. Mogelijk zijn de resultaten van deze onderzoeken hierdoor minder betrouwbaar. Dat er geen goed onderscheid gemaakt wordt, kan mogelijk komen doordat er nog veel inconsistentie lijkt te zijn over wanneer we spreken van een rekenprobleem en wanneer we spreken van dyscalculie (Schmidt, 2016; Wadlington & Wadlington, 2008). Dat er dus geen goed onderscheid gemaakt wordt, sluit niet aan op de bevindingen van Lewis en Fisher (2016).

Dat er geen goed onderscheid wordt gemaakt is ook te zien doordat er tussen onderzoeken onderling grote verschillen bestaan tussen de gehanteerde classificatiecriteria,

waaronder specifiek de verschillen in de gehanteerde cut-off percentielscores om kinderen te classificeren. Zo worden er verschillende cut-off percentielscores gebruikt bij dezelfde testen om zowel een rekenprobleem als dyscalculie te classificeren. Ook worden dezelfde cut-off percentielscores gebruikt bij bepaalde testen voor zowel het vaststellen van een rekenprobleem als dyscalculie. Hierdoor worden kinderen in het ene onderzoek met een rekenprobleem geclassificeerd, terwijl dezelfde kinderen mogelijk in een ander onderzoek met dyscalculie worden geclassificeerd. Deze grote variabiliteit in gehanteerde cut-off percentielscores voor zowel een rekenprobleem als dyscalculie komt overeen met wat Lewis en Fisher (2016) zagen in hun onderzoek naar dyscalculie. Hoewel gemiddeld genomen de cut-off percentielscore voor het classificeren van dyscalculie redelijk consistent lijkt te blijven de afgelopen jaren, bestaan er tussen onderzoeken onderling nog grote verschillen. Op het gebied van onderzoek naar een rekenprobleem lijkt er meer consistentie te zijn over de gehanteerde cut-off score. Er is dan ook de afgelopen jaren relatief meer onderzoek gedaan naar een rekenprobleem dan naar dyscalculie, waardoor er mogelijk meer duidelijkheid is op dit gebied.

Bijbehorende kenmerken

Een rekenprobleem wordt vaker in verband gebracht met een andere factor dan dyscalculie, wat gezien kan worden als een kenmerk. Daarnaast worden alleen bij rekenproblemen ook gedragsproblemen gezien, zoals aandachttekort. Verder komt uit dit onderzoek naar voren dat in proportie relatief vaker problemen zijn met de procedurele componenten bij kinderen met rekenproblemen dan bij kinderen met dyscalculie. Bij dyscalculie worden in proportie relatief vaker problemen gezien bij de visualisatie en interpretatie van visueel ruimtelijke representaties en problemen met het onthouden van rekenkundige feiten.

Dat een rekenprobleem vaker in verband wordt gebracht met een andere factor is verklaarbaar doordat rekenproblemen ook kunnen ontstaan door instructie-, omgevings-, affectieve of andere factoren (Lewis & Fisher, 2016). Zo wordt een rekenprobleem het vaakst gezien in combinatie met een lage sociaaleconomische status en daarnaast ook in combinatie met taalmoeilijkheden en rekenangst. De sociaaleconomische status wordt volgens Jordan en Levine (2009) dan ook het vaakst geassocieerd met een rekenprobleem, wat ook uit dit onderzoek naar voren komt. Echter wordt dit verband ook het vaakst gevonden bij dyscalculie. Dit is bijzonder aangezien dyscalculie niet verklaarbaar mag zijn vanuit omgevingsfactoren (APA, 2014; WHO, 2019), waardoor dit ook niet verwacht zou worden.

Binnen studies die onderzoek deden naar zowel een rekenprobleem als dyscalculie werd dan ook alleen een verband gevonden tussen een lage sociaaleconomische status en rekenproblemen en niet tussen een lage sociaaleconomische status en dyscalculie (Wong et al., 2014). Ook Lewis en Fisher (2016) hun bevindingen over de invloed van de sociaaleconomische status op dyscalculie waren verschillend. Naast de genoemde factoren werd bij zowel dyscalculie als bij rekenproblemen geen verband gevonden met de kwaliteit van het onderwijs. Mogelijk is dit moeilijk te onderzoeken. Daarbij blijkt vanuit de gebruikte classificatiecriteria dat de hardnekkigheid vaak niet meegenomen wordt in onderzoeken, waardoor mogelijk ook te weinig gekeken wordt naar de kwaliteit van het onderwijs.

Wanneer gekeken wordt naar de verdere kenmerken is te zien dat in proportie bij dyscalculie twee keer zo vaak problemen zijn gevonden met het visualiseren en interpreteren van visueel ruimtelijke representaties dan bij een rekenprobleem. Dit is mogelijk te verklaren doordat het werkgeheugen bij kinderen met dyscalculie beperkter lijkt te zijn (Geary et al., 2007). Hieronder valt ook het visueel-spatieel werkgeheugen wat te maken heeft met het visualiseren en interpreteren van visueel ruimtelijke representaties. Echter is dit verschil niet gevonden bij studies die zowel keken naar een rekenprobleem als naar dyscalculie.

Verder wordt bij dyscalculie in proportie vijf keer vaker problemen gezien in het onthouden van rekenkundige feiten, dan bij een rekenprobleem. Dit wordt dan ook als één van de meest voorkomende kenmerken gezien bij dyscalculie (APA, 2014; Geary & Hoard, 2001; WHO, 2019). Echter is ook dit verschil niet gevonden bij studies die zowel keken naar een rekenprobleem als dyscalculie. Bij deze studies werd het onthouden van rekenkundige feiten zelfs vaker gezien bij een rekenprobleem. Echter berusten deze resultaten op maar een beperkt aantal studies. Terwijl het kenmerk over het onthouden van rekenkundige feiten wel vaker lijkt voor te komen bij dyscalculie tussen studies onderling, komt uit dit onderzoek naar voren dat een ander veelvoorkomend kenmerk van dyscalculie, namelijk problemen met de procedurele componenten, in proportie drie keer vaker worden gezien bij een rekenprobleem. Dit zou niet verwacht worden op basis van de literatuur (APA, 2014; Ganor-Stern, 2017; Geary & Hoard, 2001; WHO, 2019). Echter wordt het verdwaald raken midden in een rekenkundige berekening en het wisselen van rekenprocedure ook als kenmerk gezien bij kinderen met een rekenprobleem (APA, 2014). Op basis van dit kenmerk lijkt er dus geen goed onderscheid mogelijk.

Wel is er onderscheid te zien aan de hand van het kenmerk gedrag. Er worden alleen bij rekenproblemen gedragsproblemen gezien (zoals aandachttekort). Bij dyscalculie komt dit in geen van de geïncludeerde studies naar voren. Een mogelijke verklaring hiervoor zou

kunnen zijn dat indien er sprake is van gedragsproblemen, dit gezien kan worden als oorzaak voor ernstige rekenproblemen.

Bij zowel een rekenprobleem als dyscalculie worden vaak problemen gezien met het geheugen, waarbij specifiek vaak met het werkgeheugen. Mogelijk is dit het onderliggende probleem, aangezien problemen met het werkgeheugen ervoor kunnen zorgen dat er fouten gemaakt worden in de rekenprocedure (Geary et al., 2007). Wel komt uit dit onderzoek dat problemen met het werkgeheugen in proportie iets vaker voorkomen bij kinderen met dyscalculie. Het werkgeheugen is dan ook beperkter bij kinderen met dyscalculie, waardoor het lastiger is om informatie vast te houden tijdens het uitvoeren van de rekenprocedure (Geary et al., 2007).

Andere problemen die in dit onderzoek bij zowel een rekenprobleem als bij dyscalculie worden gezien zijn problemen met het getalbegrip, waaronder problemen met de symbolische notatie en numerositeit. Deze bevinding sluit aan bij de *access deficit hypothesis*. Echter komt ook uit de resultaten naar voren dat kinderen met dyscalculie moeite hebben met het getal gevoel, waaronder specifiek sommige onderzoeken spraken over een tekort in het *ANS*. Dit sluit aan bij de *number sense deficit hypothesis*. Desondanks worden problemen met het getal gevoel (waaronder problemen met het *ANS*) ook gezien bij kinderen met rekenproblemen. De hypothesen die zich eigenlijk richten op kenmerken voor het hebben van dyscalculie, sluiten ook aan op het hebben van een rekenprobleem. Daarnaast komen beide hypothesen bij verschillende studies naar voren (Wong et al., 2017) en geven beide een ander signalerend kenmerk aan. Hoewel er dus niet één specifieke hypothese naar voren lijkt te komen tussen studies onderling, lijkt wel binnen studies die zowel keken naar dyscalculie als naar een rekenprobleem, de *number sense deficit hypothesis* meer naar voren te komen als kenmerk voor dyscalculie. Bij dyscalculie werden vaker problemen gezien op niet-symbolisch gebied en bij een rekenprobleem op symbolisch gebied (Chan et al., 2013; Wong et al., 2017).

Al met al blijkt uit dit onderzoek dat er wel enig onderscheid te zien is in de genoemde bijbehorende kenmerken. Echter is er geen duidelijke factor of kenmerk op basis waarvan goed onderscheid gemaakt kan worden. Zowel omgevings- als kindfactoren lijken een rol te spelen en ook komen bijna alle benoemde kenmerken bij zowel kinderen met een rekenprobleem als kinderen met dyscalculie naar voren. Zo lijkt dyscalculie dan ook niet vanuit één hypothese verklaarbaar. Rekenproblemen en dyscalculie zijn dan ook complex en heteroog, wat aansluit op de bevindingen van Looi en Kadosh (2017).

Beperkingen en aanbevelingen

Vanuit de ongestructureerde zoektocht die is uitgevoerd werden de studies die voldeden aan de inclusiecriteria teruggevonden in de geïncludeerde studies op één studie na. Deze studie staat namelijk niet in de databases ERIC en PsycINFO. Doordat er alleen in psychologische en educatieve databases is gezocht en niet in bijvoorbeeld medische databases, kan er dan ook relevante informatie missen over bijvoorbeeld de manier van classificeren binnen onderzoek op medisch gebied. Daarbij kan relevante informatie missen doordat in verband met de tijd en de omvang van dit onderzoek niet gekeken is naar de literatuurlijsten van de geïncludeerde studies.

Verder zijn tijdens de zoekprocedure alleen studies geïncludeerd die peer-reviewed zijn. Dit geeft aan dat de geïncludeerde studies beoordeeld zijn op de kwaliteit. Daarnaast was er tijdens het selectieproces tussen de beoordelaars een uitstekende mate van overeenstemming ($\kappa = ,93$). Daardoor kan gesteld worden dat de gehanteerde inclusie- en exclusiecriteria duidelijk beschreven zijn. Wel zijn er veel studies uitgesloten tijdens zowel de eerste als de tweede ronde van het selectieproces. Dit geeft aan dat er breed gekeken is binnen de literatuur en hieruit de relevante informatie geselecteerd is. Dat er veel studies zijn uitgesloten komt mogelijk doordat dit onderzoek zich alleen heeft gericht op studies die onderzoek deden naar kinderen met een rekenprobleem of dyscalculie. Evenwel werden door de gebruikte trefwoorden ook studies gevonden die keken naar rekenproblemen, waarbij ook kinderen zonder rekenprobleem werden meegenomen in de onderzoeksgroep. Zo is vaak de term *problem solving* in combinatie met bijvoorbeeld *mathematics* gevonden. Bij deze studies werd bijvoorbeeld gevraagd aan kinderen of zij een wiskundig probleem wilden oplossen, waarbij het niet specifiek ging om het hebben van een rekenprobleem of dyscalculie. Daarnaast zijn er regelmatig studies gevonden die zowel keken naar kinderen op de basisschool als de middelbare school.

Verder is er in dit onderzoek gekeken naar de gehanteerde cut-off percentielscore door de jaren heen, door te kijken naar het gemiddelde. Echter waren er soms maar weinig studies waarop dit gemiddelde gebaseerd kon worden, waardoor dit mogelijk geen goede representatie weergeeft. Vooral bij dyscalculie is dit het geval. Achteraf was het mogelijk beter geweest om te kijken naar de mediaan van de gehanteerde cut-off percentielscores door de jaren heen. Hierdoor zou de invloed van extreme waarden meer beperkt kunnen worden.

Een andere beperking is dat door de mogelijke *publication bias*, het willen vinden van een effect, de gevonden effecten van de geïncludeerde studies minimaal kunnen zijn. Ook is het mogelijk dat er hierdoor relevante informatie mist over kenmerken en samenhangende

factoren waarbij geen significant effect gevonden is, omdat deze onderzoeken minder vaak gepubliceerd worden. Hierdoor is de betrouwbaarheid van dit onderzoek lager. Echter heeft dit onderzoek wel peerfeedback gehad, wat de kwaliteit verhoogd. Daarentegen kan ook dit gezien worden als onderdeel van de mogelijke *publication bias*.

Naast de mogelijkheid dat de gevonden effecten van de geïncludeerde studies minimaal kunnen zijn, richten veel studies zich slechts op een paar bijbehorende kenmerken of samenhangende factoren bij een rekenprobleem en/of dyscalculie. Dit komt omdat er vaak gekeken wordt vanuit een bepaalde theorie of hypothese. Hierdoor worden niet alle mogelijke kenmerken of samenhangende factoren meegenomen. Er zou daarom breder gekeken moeten worden naar kenmerken en samenhangende factoren bij een rekenprobleem en/of dyscalculie.

Ook komt uit dit onderzoek naar voren dat er meer consistentie moet komen in het gebruik van classificatiecriteria voor een rekenprobleem of dyscalculie en in de gehanteerde cut-off percentielscores. Dit is belangrijk, omdat op deze manier kinderen die deelnemen aan een onderzoek bij diverse studies op dezelfde manier geclassificeerd worden. Vooral op het gebied van dyscalculie lijkt hier nog veel winst te behalen. Daarbij zouden onderzoeken naast het gebruik van een cut-off percentielscore ook andere factoren mee moeten nemen in het classificeren van dyscalculie. Vooral het criterium van hardnekkigheid lijkt niet altijd meegenomen te worden, terwijl dit wel een voorwaarde is (Van Luit, 2018). Dit zou gedaan kunnen worden door vaker de mening van de leerkracht mee te nemen waarbij de didactische resistentie nagevraagd wordt. Een andere manier is dat er pas van hardnekkigheid gesproken mag worden nadat aangetoond kan worden dat een kind heeft deelgenomen aan een interventie gericht op het rekenen. Indien blijkt dat een onderzoek naar dyscalculie niet aan de drie voorwaarden voldoet, kan er beter gesproken worden over een vermoeden van of risico op dyscalculie. Daarbij blijkt vanuit dit onderzoek dat bij studies naar alleen een rekenprobleem geen goed onderscheid gemaakt wordt tussen kinderen met een rekenprobleem en kinderen met een kans op dyscalculie. Kinderen met dyscalculie vallen mogelijk onder de meer algemene groep kinderen met een rekenprobleem. Echter is dyscalculie bijvoorbeeld niet te verklaren door factoren uit de omgeving en is hardnekkig (APA, 2014; WHO, 2019), waardoor andere kenmerken tot uiting kunnen komen. Met dit gegeven kan gesteld worden dat de betrouwbaarheid van deze onderzoeken lager is, waardoor ook de resultaten gericht op de signalerende kenmerken en samenhangende factoren bij rekenproblemen in dit onderzoek minder betrouwbaar kunnen zijn.

Al met al is er verder onderzoek nodig, vooral op het gebied van dyscalculie. Er moet beter onderscheid gemaakt worden tussen een rekenprobleem en dyscalculie, waardoor

mogelijk ook duidelijkere factoren en kenmerken naar voren kunnen komen, zodat rekenproblemen en dyscalculie tijdig en beter herkend kunnen worden in het basisonderwijs.

Literatuur

- American Psychiatric Association. (2014). *Handboek voor de classificatie van psychische stoornissen (DSM-5)*. Boom.
- Barahmand, U. (2008). Arithmetic disabilities: Training in attention and memory enhances arithmetic ability. *Research Journal of Biological Sciences*, 3, 1305-1312.
- Chan, W. W. L., Au, T. K., & Tang, J. (2013). Developmental dyscalculia and low numeracy in Chinese children. *Research in Developmental Disabilities*, 34(5), 1613–1622.
<https://doi.org/10.1016/j.ridd.2013.01.030>
- Desoete, A., Chesquère, P., Smedt, B. de., Andries, C., Broeck, W. van den., & Ruissenaars, A. J. J. M. (2010). Dyscalculie: Standpunt van onderzoekers in Vlaanderen en Nederland. *Logopedie*, 23, 4-8.
- Devine, A., Hill, F., Carey, E., & Szucs, D. (2018). Cognitive and Emotional Math Problems Largely Dissociate: Prevalence of Developmental Dyscalculia and Mathematics Anxiety. *Journal of Educational Psychology*, 110(3), 431-444
- Devine, A., Soltész, F., Nobes, A., Goswami, U., & Szucs, D. (2013). Gender differences in developmental dyscalculia depend on diagnostic criteria. *Learning and Instruction*, 27, 31–39. <http://dx.doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.02.004>
- Dowker, A. (2005). *Individual differences in arithmetic. Implications for psychology, neuroscience and education*. Psychology Press.
- Foreman-Murray, L., & Fuchs, L. S. (2019). Quality of Explanation as an Indicator of Fraction Magnitude Understanding. *Journal of Learning Disabilities*, 52(2), 181-191.
<https://doi.org/10.1177/0022219418775120>

- Fuchs, L. S., Fuchs, D., & Prentice, K. (2004). Responsiveness to mathematical problem solving instruction: comparing students at risk of mathematics disability with and without risk of reading disability. *Journal of Learning Disabilities, 37*(4), 293-306. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/00222194040370040201>
- Ganor-Stern, D. (2017). Can dyscalculics Estimate the Results of Arithmetic Problems? *Journal of Learning Disabilities, 50*(1), 23-33. <https://doi.org.proxy.ub.rug.nl/10.1177/0022219415587785>
- Geary, D. (2000). Mathematical disorders: An overview for educators. *Perspectives, 26*(3), 6-9.
- Geary, D., & Hoard, G. (2001). Numerical and arithmetical deficits in learning disabled children: Relation to dyscalculia and dyslexia. *Aphasiology, 15*(7), 635-647.
- Geary, D. C. (2010). Mathematical Disabilities: Reflections on Cognitive, Neuropsychological, and Genetic Components. *Learning and Individual Differences, 20*(2), 130-133. <http://dx.doi.org.proxy-ub.rug.nl/10.1016/j.lindif.2009.10.008>
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Byrd-Craven, J., Nugent, L., & Numtee, C. (2007). Cognitive mechanisms underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability. *Child Development, 78*, 1343–1359. Crossref. PubMed.
- Groenestijn, M. van., Borghouts, C., & Janssen, C. (2011). *Protocol Ernstige RekenWiskunde-problemen en Dyscalculie. BAO SBO SO*. Koninklijke van Gorcum BV.
- Gersten, R., Jordan, N. C., & Flojo, J. R. (2005). *Early identification and interventions for students with mathematics difficulties. Journal of Learning Disabilities, 38*(4), 293-204. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/00222194050280040301>
- Jong, P. de., & Koomen, H. (Red.). (2011). *Interventie bij onderwijsleerproblemen*. Garant.

- Jordan, N. C., & Levine, S. C. (2009). Socioeconomic Variation, Number Competence, and Mathematics Learning Difficulties in Young Children. *Developmental Disabilities Research Reviews*, 15(1), 60-68.
- Lewis, K. E., & Fisher, M. B. (2016). Taking Stock of 40 Years of Research on Mathematical Learning Disability: Methodological Issues and Future Directions. *Journal for Research in Mathematics Education*, 47(4), 338-371.
- Lewis, K. E., Sweeney, G., Thompson, G. M., & Adler, R. M. (2020). Integer number sense and notation. A case study of a student with a mathematics learning disability. *The journal of mathematics behavior*, 59. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1016/j.jmathb.2020.100797>
- Lindenskov, L., & Weng, P. (2010). Early Maths Intervention in the Municipality of Frederiksberg. TMI. *Matematik*, 3, 10-14.
- Looi, C., & Kadosh, R. (2017). Dyscalculia. In B. Hopkins, E. Geangu., & S. Linkenauger (Eds.), *The Cambridge Encyclopedia of Child Development* (pp. 664-669). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316216491.106>
- Mazzocco, M. M., & Myers, G. F. (2003). Complexities in identifying and defining mathematics learning disability in the primary school-age years. *Annals of Dyslexia*, 53, 218-253. <https://doi.org/10.1007/s11881-003-0011-7>
- Mundia, L. (2012). The assessment of Math Learning Difficulties in a Primary Grade-4 with High Support Needs: Mixed Methods Approach. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 4(2), 347-366.
- Nelson, G., & Powell, S. R. (2018). A systematic review of longitudinal studies of mathematics difficulty. *Journal of Learning Disabilities*, 51(6), 523–539. <https://doi.org/10.1177/0022219417714773>

- Olsson, L., Östergren Rickard, & Träff Ulf. (2016). Developmental dyscalculia: a deficit in the approximate number system or an access deficit? *Cognitive Development*, 39, 154–167. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2016.04.006>
- Ouzzani, M., Hammady, H., Federowicz, Z., & Elmagarmid, A. (2016). *Systematic reviews*. <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>
- Page, M.J., McKenzie, J.E., Bossuyt, P.M., Boutron, I., Hoffmann, T.C., Mulrow, C.D., et al. (2020). *The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews*. *BMJ* 2021;372:n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Raghubar, K., Cirino, P., Barnes, M., Ewing-Cobbs, L. Gletcher, J., & Fuchs, L. (2009). Errors in Multi-Digit Arithmetic and Behavioral Inattention in Children with Math Difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 42(4), 356-371. <http://dx.doi.org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/0022219409335211>
- Raja, B. W. D., & Kumar, S. P. (2012). Findings of Studies on Dyscalculia - A Synthesis. *Journal on Educational Psychology*, 5(3), 41–51.
- Ruijsenaars, A. J. J. M., Luit, J. E. H. van., & Lieshout, E. C. D. M. van. (2004). *Rekenproblemen en dyscalculie. Theorie, onderzoek, diagnostiek en behandeling*. Rotterdam: Lemniscaat b.v.
- Schmidt, M. C. S. (2016) Dyscalculia ≠ maths difficulties. An analysis of conflicting positions at a time that calls for inclusive practices. *European Journal of Special Needs Education*, 31(3), 407-421. <https://doi.org/10.1080/08856257.2016.1163016>
- Sousa, D. A. (2001). *How to special needs brain learns*. Corwin Press.
- Van Luit, H. (2018). *Dit is dyscalculie*. LannooCampus.
- Van Vyt, A., Aken, M., Bosch, J. D., & Ruijsenaars, A. J. J. M. (2004). *Jaarboek Ontwikkelingspsychologie, Orthopedagogiek en Kinderpsychiatrie*. Van Loghum.

Wadlington, E., & Wadlington, P. L. (2008). Helping Students with Mathematical Disabilities to Succeed. *Preventing School Failure*, 53(1), 2–7.

Wilkinson, G. S., & Robertson, G. J. (2006). *Wide Range Achievement Test-4 professional manual*. Lutz, FL: Psychological Assessment Resources.
<https://doi.org/10.1037/t27160000>

Wong, T. T.-Y., Ho, C. S.-H., & Tang, J. (2014). Identification of children with mathematics learning disabilities (MLDs) using latent class growth analysis. *Research in Developmental Disabilities*, 35(11), 2906–2920. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1016/j.ridd.2014.07.015>

Wong, T. T. Y., Ho, C. S. H., & Tang, J. (2017). Defective Number Sense of Impaired Access? Differential impairments in different Subgroups of Children With Mathematics Difficulties. *Journal of Learning disabilities*, 50(1), 49-61.
<https://doi.org/10.1177/0022219415588851>

World Health Organization. (2019). *International statistical classification of diseases and related health problems* (11th ed.). <https://icd.who.int/en>

Bijlage A

Tabel behorende bij Figuur 4 en Figuur 5

Tabel A4

Tabel met gevonden cut-off scores per jaar bij studies die onderzoek deden naar het risico op een rekenprobleem, een rekenprobleem en dyscalculie.

Jaar	Risico op rekenprobleem	Rekenprobleem	Dyscalculie
	Aantal gevonden cut-off scores	Aantal gevonden cut-off scores	Aantal gevonden cut-off scores
2013	4	6	3
2014	8	8	5
2015	3	14	3
2016	3	9	2
2017	2	10	4
2018	1	8	4
2019	7	14	7
2020	3	6	5
2021	4	9	2
Totaal	35	84	35

Bijlage B

Literatuur geïncludeerde studies

- Abu-Hamour, B. (2018). The Cognitive Profiles of Jordanian Students at Risk for Math Disability. *International Journal of Inclusive Education*, 22(10), 1093-1107.
- Alghamdi, A., Jitendra, A. K., & Lein, A. E. (2019). Teaching Students with Mathematics Disabilities to Solve Multiplication and Division Word Problems: The Role of Schema-Based Instruction. *ZMD: The international journal on Mathematics Education*, 52(1), 125-137. <http://dx.doi.org.proxy-ub.rug.nl/10.1007/s11858-019-01078-0>
- Aunio, P., Korhonen, J., Ragpot, L., Törmänen, M., & Henning, E. (2021). An early numeracy intervention for first-graders at risk for mathematical learning difficulties. *Early Childhood Research Quarterly*, 55, 252–262. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1016/j.ecresq.2020.12.002>
- Barbieri, C. A., Rodrigues, J., Dyson, N., & Jordan, N. C. (2020). Improving fraction understanding in sixth graders with mathematics difficulties: Effects of a number line approach combined with cognitive learning strategies. *Journal of Educational Psychology*, 112(3), 628–648. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1037/edu0000384.supp> (Supplemental)
- Barnes, M. A., Clemens, N. H., Fall, A.-M., Roberts, G., Klein, A., Starkey, P., McCandliss, B., Zucker, T., & Flynn, K. (2020). Cognitive predictors of difficulties in math and reading in pre-kindergarten children at high risk for learning disabilities. *Journal of Educational Psychology*, 112(4), 685–700. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1037/edu0000404>

- Barnes, M. A., Klein, A., Swank, P., Starkey, P., McCandliss, B., Flynn, K., Zucker, T., Huang, C.-W., Fall, A.-M., & Roberts, G. (2016). Effects of Tutorial Interventions in Mathematics and Attention for Low-Performing Preschool Children. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 9(4), 577–606. <http://dx.doi.org.proxy-ub.rug.nl/10.1080/19345747.2016.1191575>
- Bartelet, D., Ansari, D., Vaessen, A., & Blomert, L. (2014). Cognitive subtypes of mathematics learning difficulties in primary education. *Research in Developmental Disabilities*, 35(3), 657–670. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1016/j.ridd.2013.12.010>
- Bastos, J. A., Cecato, A. M. T., Martins, M. R. I., Grecca, K. R. R., & Pierini, R. (2016). The prevalence of developmental dyscalculia in Brazilian public school system. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 74(3), 201–206. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1590/0004-282X20150212>
- Baten, E., & Desoete, A. (2019). Metacognition and Motivation in School-Aged Children with and without Mathematical Learning Disabilities in Flanders. *ZDM: The International Journal on Mathematics Education*, 51(4), 679–689. <http://dx.doi.org.proxy-ub.rug.nl/10.1007/s11858-018-01024-6>
- Baten, E., & Desoete, A. (2018). Mathematical (Dis)abilities within the Opportunity Propensity Model: The choice of math test matters. *Frontiers in Psychology*, 9. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.3389/fpsyg.2018.00667>
- Benz, S. A., & Powell, S. R. (2021). The influence of behavior on performance within a word-problem intervention for students with mathematics difficulty. *Remedial and Special Education*, 42(3), 182–192. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/0741932520923063>
- Bessoondyal, H. (2017). Meta-Cognitive Strategies in Problem Solving for Children with Learning Difficulties in Mathematics at the Primary Level. *International Journal of Special Education*, 32(1), 37–54.

- Bosma, T., Stevenson, C. E., & Resing, W. C. M. (2017). Differences in Need for Instruction: Dynamic Testing in Children with Arithmetic Difficulties. *Journal of Education and Training Studies*, 5(6), 132–145.
- Brankaer, C., Ghesquière, P., & De Smedt, B. (2017). Symbolic magnitude processing in elementary school children: A group administered paper-and-pencil measure (SYMP Test). *Behavior Research Methods*, 49(4), 1361–1373. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.3758/s13428-016-0792-3>
- Bryant, B. R., Bryant, D. P., Roberts, G., & Anna-Maria, F. (2016). Effects of an Early Numeracy Intervention on Struggling Kindergarteners' Mathematics Performance. *International Journal for Research in Learning Disabilities* 3(1), 29-45.
- Bryant, B. R., Bryant, D. P., Porterfield, J., Dennis, M. S., Falcomata, T., Valentine, C., Brewer, C., & Bell, K. (2016). The effects of a Tier 3 intervention on the mathematics performance of second grade students with severe mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 49(2), 176–188. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/0022219414538516>
- Bugden, S., & Ansari, D. (2016). Probing the Nature of Deficits in the “Approximate Number System” in Children with Persistent Developmental Dyscalculia. *Developmental Science*, 19(5), 817–833.
- Bull, R., Lee, K., & Muñoz, D. (2021). Numerical Magnitude Understanding in Kindergartners: A Specific and Sensitive Predictor of Later Mathematical Difficulties? *Journal of Educational Psychology*, 113(5), 911–928.
- Calder Stegemann, K., & Grünke, M. (2014). Revisiting an Old Methodology for Teaching Counting, Computation, and Place Value: The Effectiveness of the Finger Calculation Method for At-Risk Children. *Learning Disabilities: A Contemporary Journal*, 12(2), 191–213.
- Chan, W. W. L., & Wong, T. T.-Y. (2020). Subtypes of Mathematical Difficulties and Their Stability. *Journal of Educational Psychology*, 112(3), 649–666.

- Chan, W. W. L., Au, T. K., & Tang, J. (2013). Developmental Dyscalculia and Low Numeracy in Chinese Children. *Research in Developmental Disabilities: A Multidisciplinary Journal*, 34(5), 1613–1622.
- Cheng, D., Xiao, Q., Cui, J., Chen, C., Zeng, J., Chen, Q., & Zhou, X. (2020). Short-Term Numerosity Training Promotes Symbolic Arithmetic in Children with Developmental Dyscalculia: The Mediating Role of Visual Form Perception. *Developmental Science*, 23(4).
- Cirino, P. T., Fuchs, L. S., Elias, J. T., Powell, S. R., & Schumacher, R. F. (2015). Cognitive and Mathematical Profiles for Different Forms of Learning Difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 48(2), 156–175.
- Clarke, B., Shanley, L., Kosty, D., Baker, S. K., Cary, M. S., Fien, H., & Smolkowski, K. (2018). Investigating the Incremental Validity of Cognitive Variables in Early Mathematics Screening. *School Psychology Quarterly*, 33(2), 264–271.
- Collingwood, N., & Dewey, J. (2018). “Thinking Your Problems Away”: Can Maths Interventions Be Developed to Address Both the Academic and Affective Aspects of Learning in Primary Aged Children? *Educational & Child Psychology*, 76–92.
- Cowan, R., & Powell, D. (2014). The Contributions of Domain-General and Numerical Factors to Third-Grade Arithmetic Skills and Mathematical Learning Disability. *Journal of Educational Psychology*, 106(1), 214–229.
- Crawford, L., Freeman, B., Huscroft-D’Angelo, J., Quebec Fuentes, S., & Higgins, K. N. (2019). Implementation Fidelity and the Design of a Fractions Intervention. *Learning Disability Quarterly*, 42(4), 217–230.
- Cueli, M., Areces, D., García, T., Rodríguez, C., Vallejo, G., & González-Castro, P. (2019). Influence of Initial Mathematical Competencies on the Effectiveness of a Classroom-Based Intervention. *British Journal of Educational Psychology*, 89(2), 288–306.

- De Castro, M. V., Bissaco, M. A. S., Panccioni, B. M., Rodrigues, S. C. M., & Domingues, A. M. (2014). Effect of a virtual environment on the development of mathematical skills in children with dyscalculia. *PLoS ONE*, *9*(7).
- De León, S. C., Jiménez, J. E., García, E., & Gutiérrez, N. (2021). Identification of Spanish Third Graders at Risk of Math Problems: Usefulness of Number Sense Based Screening Measures. *Psychology in the Schools*, *58*(7), 1416–1431.
- De Visscher, A., & Noël, M. (2014). Arithmetic facts storage deficit: The hypersensitivity-to interference in memory hypothesis. *Developmental Science*, *17*(3), 434–442.
<https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1111/desc.12135>
- De Weerd, F., Desoete, A., & Roeyers, H. (2013). Working memory in children with reading disabilities and/or mathematical disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, *46*(5), 461–472. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/0022219412455238>
- Dennis, M. S. (2015). Effects of Tier 2 and Tier 3 mathematics interventions for second graders with mathematics difficulties. *Learning Disabilities Research & Practice*, *30*(1), 29–42. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1111/ldrp.12051>
- Dennis, M. S., Bryant, B. R., & Drogan, R. (2015). The impact of Tier 2 mathematics instruction on second graders with mathematics difficulties. *Exceptionality*, *23*(2), 124–145. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1080/09362835.2014.986613>
- Dennis, M. S., Sorrells, A. M., & Falcomata, T. S. (2016). Effects of two interventions on solving basic fact problems by second graders with mathematics learning disabilities. *Learning Disability Quarterly*, *39*(2), 95–112. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/0731948715595943>
- Desoete, A., & Praet, M. (2013). Inclusive mathematics education: The value of a computerized look-ahead approach in kindergarten A randomized controlled study. *Erdélyi Pszichológiai Szemle, Spec Issue*, 103–119.

- Desoete, A., De Weerd, F., Vanderswalmen, R., & De Bond, A. (2014). How Persistent is a Diagnosis of Mathematical Disorder at an Early Age? A Longitudinal Study. *International Journal for Research in Learning Disabilities*, 2(1), 42–71.
- 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: A Multidisciplinary Journal*, 34(1), 404–412.
- Ding, Y., Liu, R.-D., Hong, W., Yu, Q., Wang, J., Liu, Y., & Zhen, R. (2021). Specific mental arithmetic difficulties and general arithmetic learning difficulties: The role of phonological working memory. *Psychological Reports*, 124(2), 720–751. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/0033294120916865>
- Doabler, C. T., Clarke, B., Kosty, D., Maddox, S. A., Smolkowski, K., Fien, H., Baker, S. K., & Kimmel, G. L. (2021a). Kindergarteners at risk for severe mathematics difficulties: Investigating tipping points of core mathematics instruction. *Journal of Learning Disabilities*, 54(2), 97–110. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/0022219420972185>
- Doabler, C. T., Stoolmiller, M., Kennedy, P. C., Nelson, N. J., Clarke, B., Gearin, B., Fien, H., Smolkowski, K., & Baker, S. K. (2019a). Do components of explicit instruction explain the differential effectiveness of a core mathematics program for kindergarten students with mathematics difficulties? A mediated moderation analysis. *Assessment for Effective Intervention*, 44(3), 197–211. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/1534508418758364>
- Doabler, C. T., Clarke, B., Fien, H., Baker, S. K., Kosty, D. B., & Cary, M. S. (2015). The science behind curriculum development and evaluation: Taking a design science approach in the production of a tier 2 mathematics curriculum. *Learning Disability Quarterly*, 38(2), 97–111. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/0731948713520555>

- Doabler, C. T., Clarke, B., Kosty, D., Fien, H., Smolkowski, K., Liu, M., & Baker, S. K. (2021b). Measuring the Quantity and Quality of Explicit Instructional Interactions in an Empirically Validated Tier 2 Kindergarten Mathematics Intervention. *Learning Disability Quarterly*, *44*(1), 50–62.
- Doabler, C. T., Clarke, B., Kosty, D., Kurtz-Nelson, E., Fien, H., Smolkowski, K., & Baker, S. K. (2019b). Examining the impact of group size on the treatment intensity of a Tier 2 mathematics intervention within a systematic framework of replication. *Journal of Learning Disabilities*, *52*(2), 168–180. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/0022219418789376>
- Doabler, C. T., Clarke, B., Kosty, D., Sutherland, M., Turtura, J. E., Firestone, A. R., Kimmel, G. L., Brott, P., Brafford, T. L., Nelson Fien, N. J., Smolkowski, K., & Jungjohann, K. (2022). Promoting understanding of measurement and statistical investigation among second-grade students with mathematics difficulties. *Journal of Educational Psychology*, *114*(3), 560–575. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1037/edu0000711.supp> (Supplemental)
- Doabler, C. T., Clarke, B., Kosty, D., Turtura, J. E., Sutherland, M., Maddox, S. A., & Smolkowski, K. (2021a). Using direct observation to document “practice-based evidence” of evidence-based mathematics instruction. *Journal of Learning Disabilities*, *54*(1), 20–35. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/0022219420911375>
- Doabler, C. T., Clarke, B., Kosty, D. B., Kurtz-Nelson, E., Fien, H., Smolkowski, K., & Baker, S. K. (2016). Testing the Efficacy of a Tier 2 Mathematics Intervention: A Conceptual Replication Study. *Exceptional Children*, *83*(1), 92–110.
- Doabler, C. T., Clarke, B., Kosty, D., Turtura, J. E., Firestone, A. R., Smolkowski, K., Jungjohann, K., Brafford, T. L., Nelson, N. J., Sutherland, M., Fien, H., & Maddox, S. A. (2019c). Efficacy of a First-Grade Mathematics Intervention on Measurement and Data Analysis. *Exceptional Children*, *86*(1), 77–94.

- Doabler, C. T., Gearin, B., Baker, S. K., Stoolmiller, M., Kennedy, P. C., Clarke, B., Nelson, N. J., Fien, H., & Smolkowski, K. (2019d). Student Practice Opportunities in Core Mathematics Instruction: Exploring for a Goldilocks Effect for Kindergartners with Mathematics Difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 52(3), 271–283.
- Donker, M., Kroesbergen, E., Slot, E., Van Viersen, S., & De Bree, E. (2016). Alphanumeric and non-alphanumeric Rapid Automatized naming in children with reading and/or spelling difficulties and mathematical difficulties. *Learning and Individual Differences*, 47, 80–87. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1016/j.lindif.2015.12.011>
- Driver, M. K., & Powell, S. R. (2015). Symbolic and nonsymbolic equivalence tasks: The influence of symbols on students with mathematics difficulty. *Learning Disabilities Research & Practice*, 30(3), 127–134. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1111/ldrp.12059>
- Dyson, N. I., Jordan, N. C., Rodrigues, J., Barbieri, C., & Rinne, L. (2020). A fraction sense intervention for sixth graders with or at risk for mathematics difficulties. *Remedial and Special Education*, 41(4), 244–254. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/0741932518807139>
- Ergen, Y. (2020). “Does Mathematics Fool Us?” A Study on Fourth Grade Students’ Non Routine Maths Problem Solving Skills. *Issues in Educational Research*, 30(3), 845–865.
- Fien, H., Doabler, C. T., Nelson, N. J., Kosty, D. B., Clarke, B., & Baker, S. K. (2016). An Examination of the Promise of the NumberShire Level 1 Gaming Intervention for Improving Student Mathematics Outcomes. *Grantee Submission*, 9(4), 635–661.
- Foreman-Murray, L., & Fuchs, L. S. (2019). Quality of Explanation as an Indicator of Fraction Magnitude Understanding. *Journal of Learning Disabilities*, 52(2), 181–191.
- Forsyth, S. R., & Powell, S. R. (2017). Differences in the Mathematics-Vocabulary Knowledge of Fifth-Grade Students with and without Learning Difficulties. *Learning Disabilities Research & Practice*, 32(4), 231–245.

- Fuchs, L. S., Fuchs, D., & Compton, D. L. (2013). Intervention Effects for Students with Comorbid Forms of Learning Disability: Understanding the Needs of Nonresponders. *Journal of Learning Disabilities, 46*(6), 534–548.
- Fuchs, L. S., Geary, D. C., Compton, D. L., Fuchs, D., Schatschneider, C., Hamlett, C. L., DeSelms, J., Seethaler, P. M., Wilson, J., Craddock, C. F., Bryant, J. D., Luther, K., & Changas, P. (2013). Effects of First-Grade Number Knowledge Tutoring with Contrasting Forms of Practice. *Journal of Educational Psychology, 105*(1), 58–77.
- Fuchs, L. S., Malone, A. S., Schumacher, R. F., Namkung, J., Hamlett, C. L., Jordan, N. C., Siegler, R. S., Gersten, R., & Changas, P. (2016). Supported Self-Explaining during Fraction Intervention. *Journal of Educational Psychology, 108*(4), 493–508.
- Fuchs, L. S., Schumacher, R. F., Long, J., Namkung, J., Malone, A. S., Wang, A., Hamlett, C. L., Jordan, N. C., Siegler, R. S., & Changas, P. (2016). Effects of intervention to improve at-risk fourth graders' understanding, calculations, and word problems with fractions. *The Elementary School Journal, 116*(4), 625–651. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1086/686303>
- Fuchs, L. S., Seethaler, P. M., Sterba, S. K., Craddock, C., Fuchs, D., Compton, D. L., Geary, D. C., & Changas, P. (2021). *Journal of Educational Psychology, 113*(1), 86–103.
- Gersten, R., Rolfhus, E., Clarke, B., Decker, L. E., Wilkins, C., & Dimino, J. (2015). Intervention for first graders with limited number knowledge: Large-scale replication of a randomized controlled trial. *American Educational Research Journal, 52*(3), 516–546. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.3102/0002831214565787>
- Gómez-Velázquez, F. R., Berumen, G., & González-Garrido, A. A. (2015). Comparisons of numerical magnitudes in children with different levels of mathematical achievement: An ERP study. *Brain Research, 1627*, 189–200. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1016/j.brainres.2015.09.009>

- Gómez-Velázquez, F. R., Vélez-Pérez, H., Espinoza-Valdez, A., Romo-Vazquez, R., Salido Ruiz, R. A., Ruiz-Stovel, V., Gallardo-Moreno, G. B., González-Garrido, A. A., & Berumen, G. (2017). Electrophysiological dynamic brain connectivity during symbolic magnitude comparison in children with different mathematics achievement levels. *NeuroReport: For Rapid Communication of Neuroscience Research*, *28*(3), 174–178. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1097/WNR.0000000000000722>
- González-Castro, P., Cueli, M., Areces, D., Rodríguez, C., & Sideridis, G. (2016). Improvement of Word Problem Solving and Basic Mathematics Competencies in Students with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder and Mathematical Learning Difficulties. *Learning Disabilities Research & Practice* *31*(3), 142-155.
- Götze, D. (2019). Language-sensitive support of multiplication concepts among at-risk children: A qualitative didactical design research case study. *Learning Disabilities: A Contemporary Journal*, *17*(2), 165–182.
- Hanin, V., & Van Nieuwenhoven, C. (2020). An Exploration of the Cognitive, Motivational, Emotional and Regulatory Behaviours of Elementary-School Novice and Expert Problem Solvers. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, *20*(2), 312–341.
- Hart, S. A., Logan, J. A. R., Thompson, L., Kovas, Y., McLoughlin, G., & Petrill, S. A. (2016). A Latent Profile Analysis of Math Achievement, Numerosity, and Math Anxiety in Twins. *Journal of Educational Psychology*, *108*(2), 181–193.
- Hassinger-Das, B., Jordan, N. C., Glutting, J., Irwin, C., & Dyson, N. (2014). Domain-general mediators of the relation between kindergarten number sense and first-grade mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology*, *118*, 78–92. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1016/j.jecp.2013.09.008>
- Hassler Hallstedt, M., Klingberg, T., & Ghaderi, A. (2018). Short and long-term effects of a mathematics tablet intervention for low performing second graders. *Journal of Educational Psychology*, *110*(8), 1127–1148. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1037/edu0000264.supp> (Supplemental)

- Hellstrand, H., Korhonen, J., Linnanmäki, K., & Aunio, P. (2020). The number race – computer-assisted intervention for mathematically low-performing first graders. *European Journal of Special Needs Education, 35*(1), 85–99. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1080/13488678.2019.1615792>
- Herold, K. H., Bock, A. M., Murphy, M. M., & Mazzocco, M. M. M. (2020). Expanding task instructions may increase fractions problem difficulty for students with mathematics learning disability. *Learning Disability Quarterly, 43*(4), 201–213. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/0731948719865476>
- Hinton, V. M., & Flores, M. M. (2019). The effects of the concrete-representational-abstract sequence for students at risk for mathematics failure. *Journal of Behavioral Education, 28*(4), 493–516. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1007/s10864-018-09316-3>
- Holmes, W., & Dowker, A. (2013). Catch up Numeracy: A Targeted Intervention for Children Who Are Low-Attaining in Mathematics. *Research in Mathematics Education, 15*(3), 249–265.
- Hulac, D. M., Wickerd, G., & Vining, O. (2013). Allowing Students to Administer Their Own Interventions: An Application of the Self-Administered Folding-In Technique. *Rural Special Education Quarterly, 32*(2), 31–36.
- Hunt, J., Westenskow, A., & Moyer-Packenham, P. S. (2017). Variations of Reasoning in Equal Sharing of Children Who Experience Low Achievement in Mathematics: Competence in Context. *Education Sciences, 7*.
- Hunt, J. H. (2014). Effects of a Supplemental Intervention Focused in Equivalency Concepts for Students with Varying Abilities. *Remedial and Special Education, 35*(3), 135–144.
- Hunt, J. H. (2015). Notions of equivalence through ratios: Students with and without learning disabilities. *The Journal of Mathematical Behavior, 37*, 94–105. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1016/j.jmathb.2014.12.002>

- Hunt, J. H., Welch-Ptak, J. J., & Silva, J. M. (2016). Initial Understandings of Fraction Concepts Evidenced by Students With Mathematics Learning Disabilities and Difficulties: A Framework. *Learning Disability Quarterly*, 39(4), 213-225.
- Iglesias-Sarmiento, V., & Deaño, M. (2016). Arithmetical difficulties and low arithmetic achievement: Analysis of the underlying cognitive functioning. *The Spanish Journal of Psychology*, 19. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1017/sjp.2016.40>
- Iglesias-Sarmiento, V., Alfonso, S., Conde, Á., Pérez, L., & Deaño, M. (2020). Mathematical difficulties vs High achievement: An analysis of arithmetical cognition in elementary school. *Developmental Neuropsychology*, 45(2), 49–65. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1080/87565641.2020.1726920>
- Jiménez, J. E., de León, S. C., & Gutiérrez, N. (2021). Piloting the response to intervention model in the Canary Islands: Prevention of reading and math learning disabilities. *The Spanish Journal of Psychology*, 24. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1017/SJP.2021.25>
- Jitendra, A. K., Corroy, K. C., & Dupuis, D. N. (2013). Characteristics of Students at Risk for Mathematics Difficulties Predicting Arithmetic Word Problem Solving Performance: The Role of Attention, Behavior, and Reading. *Learning Disabilities: A Multidisciplinary Journal*, 19(2), 51–59.
- Jitendra, A. K., Dupuis, D. N., & Zaslofsky, A. F. (2014). Curriculum-Based Measurement and Standards-Based Mathematics: Monitoring the Arithmetic Word Problem-Solving Performance of Third-Grade Students at Risk for Mathematics Difficulties. *Learning Disability Quarterly*, 37(4), 241–251.
- Jitendra, A. K., Dupuis, D. N., Rodriguez, M. C., Zaslofsky, A. F., Slater, S., Cozine-Corroy, K., & Church, C. (2013). A Randomized Controlled Trial of the Impact of Schema-Based Instruction on Mathematical Outcomes for Third-Grade Students with Mathematics Difficulties. *Elementary School Journal*, 114(2), 252–276.

- Jordan, N. C., Resnick, I., Rodrigues, J., Hansen, N., & Dyson, N. (2017). Delaware Longitudinal Study of Fraction Learning: Implications for Helping Children with Mathematics Difficulties. *Journal of Learning Disabilities, 50*(6), 621–630.
- Jovanović, G., Jovanović, Z., Banković -Gajić, J., Nikolić, A., Svetozarević, S., & Ignjatovic Ristić, D. (2013). The frequency of dyscalculia among primary school children. *Psychiatria Danubina, 25*(2), 170–174.
- Jungert, T., & Andersson, U. (2013). Self-efficacy beliefs in mathematics, native language literacy and foreign language amongst boys and girls with and without mathematic difficulties. *Scandinavian Journal of Educational Research, 57*(1), 1–15. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1080/00313831.2011.621140>
- Kanive, R., Nelson, P. M., Burns, M. K., & Ysseldyke, J. (2014). Comparison of the effects of computer-based practice and conceptual understanding interventions on mathematics fact retention and generalization. *The Journal of Educational Research, 107*(2), 83–89. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1080/00220671.2012.759405>
- Karagiannakis, G. N., Baccaglioni-Frank, A. E., & Roussos, P. (2016). Detecting Strengths and Weaknesses in Learning Mathematics through a Model Classifying Mathematical Skills. *Australian Journal of Learning Difficulties, 21*(2), 115–141.
- Karakonstantaki, E. S., Simos, P. G., Michalis, V., & Micheloyannis, S. (2018). Assessment and conceptual remediation of basic calculation skills in elementary school students. *British Journal of Developmental Psychology, 36*(1), 78–97. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1111/bjdp.12214>
- Kiss, A. J., & Christ, T. J. (2019). Screening for math in early grades: Is reading enough? *Assessment for Effective Intervention, 45*(1), 38–50. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/1534508418766410>

- Kiss, A. J., Nelson, G., & Christ, T. J. (2019). Predicting third-grade mathematics achievement: A longitudinal investigation of the role of early numeracy skills. *Learning Disability Quarterly*, *42*(3), 161–174. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/0731948718823083>
- Kiuhara, S. A., Gillespie Rouse, A., Dai, T., Witzel, B. S., Morphy, P., & Unker, B. (2020). Constructing written arguments to develop fraction knowledge. *Journal of Educational Psychology*, *112*(3), 584–607. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1037/edu0000391.supp> (Supplemental)
- Kluszczewski, J., Brandenburg, J., Fischbach, A., Schuchardt, K., Grube, D., Hasselhorn, M., & Büttner, G. (2018). Development of working memory from grade 3 to 5: Differences between children with and without mathematical learning difficulties. *International Journal of Disability, Development and Education*, *65*(5), 509–525.
- Kohn, J., Rauscher, L., Kucian, K., Käser, T., Wyschkon, A., Esser, G., & von Aster, M. (2020). Efficacy of a computer-based learning program in children with developmental dyscalculia What influences individual responsiveness? *Frontiers in Psychology*, *11*. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.3389/fpsyg.2020.01115>
- Kong, J. E., & Orosco, M. J. (2016). Word-problem-solving strategy for minority students at risk for math difficulties. *Learning Disability Quarterly*, *39*(3), 171–181. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/0731948715607347>
- Koponen, T. K., Sorvo, R., Dowker, A., Räikkönen, E., Viholainen, H., Aro, M., & Aro, T. (2018). Does multi-component strategy training improve calculation fluency among poor performing elementary school children? *Frontiers in Psychology*, *9*. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.3389/fpsyg.2018.01187>
- Krawec, J., & Huang, J. (2017). Modifying a Research-Based Problem-Solving Intervention to Improve the Problem-Solving Performance of Fifth and Sixth Graders with and without Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, *50*(4), 468–480.

- Kucian, K., Zuber, I., Kohn, J., Poltz, N., Wyszkon, A., Esser, G., & von Aster, M. (2018). Relation between mathematical performance, math anxiety, and affective priming in children with and without developmental dyscalculia. *Frontiers in Psychology, 9*. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.3389/fpsyg.2018.00263>
- Lafay, A., St-Pierre, M.-C., & Macoir, J. (2017). The mental number line in dyscalculia: Impaired number sense or access from symbolic numbers? *Journal of Learning Disabilities, 50*(6), 672–683. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/0022219416640783>
- Lai, Y., Zhu, X., Chen, Y., & Li, Y. (2015). Effects of mathematics anxiety and mathematical metacognition on word problem solving in children with and without mathematical learning difficulties. *PLoS ONE, 10*(6). <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1371/journal.pone.0130570>
- Lambert, K., & Spinath, B. (2018). Conservation abilities, visuospatial skills, and numerosity processing speed: association with math achievement and math difficulties in elementary school children. *Journal of Learning Disabilities, 51*(3), 223–235. <https://doi.org/10.1177/0022219417690354>
- Lannin, J., van Garderen, D., Switzer, J. M., Buchheister, K., Hill, T., & Jackson, C. (2013). The Mathematical Development in Number and Operation of Struggling First Graders. *Investigations in Mathematics Learning, 6*(2), 19–47.
- Leh, J. M., & Jitendra, A. K. (2013). Effects of computer-mediated versus teacher-mediated instruction on the mathematical word problem-solving performance of third-grade students with mathematical difficulties. *Learning Disability Quarterly, 36*(2), 68–79. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/0731948712461447>
- Lin, Y.-C., Morgan, P. L., Hillemeier, M., Cook, M., Maczuga, S., & Farkas, G. (2013). Reading, Mathematics, and Behavioral Difficulties Interrelate: Evidence from a Cross-Lagged Panel Design and Population-Based Sample of US Upper Elementary Students. *Behavioral Disorders, 38*(4), 212–227.

- Losinski, M., Ennis, R. P., Shaw, A., & Gage, N. A. (2021). Supporting Students within an MTSS Framework Using SRSD Fractions: Results of a Regression Discontinuity Design. *Learning Disabilities Research & Practice, 36*(3), 213–223.
- Lucangeli, D., Fastame, M. C., Pedron, M., Porru, A., Duca, V., Hitchcott, P. K., & Penna, M. P. (2019). Metacognition and Errors: The Impact of Self-Regulatory Trainings in Children with Specific Learning Disabilities. *ZDM: The International Journal on Mathematics Education, 51*(4), 577–585.
- MacDonald, B. L., Westenskow, A., Moyer-Packenham, P. S., & Child, B. (2018). Components of Place Value Understanding: Targeting Mathematical Difficulties When Providing Interventions. *School Science and Mathematics, 118*(1–2), 17–29.
- Maehler, C., & Schuchardt, K. (2016). Working memory in children with specific learning disorders and/or attention deficits. *Learning and Individual Differences, 49*, 341–347. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1016/j.lindif.2016.05.007>
- Malone, A. S., & Fuchs, L. S. (2014). Comparing the Contribution of Teacher Versus Tutor Ratings of Inattentive Behavior in Predicting Mathematics Achievement. *Remedial and Special Education, 35*(6), 378–386. <https://doi.org/10.1177/0741932514539855>
- Malone, S. A., Burgoyne, K., & Hulme, C. (2020). Number knowledge and the approximate number system are two critical foundations for early arithmetic development. *Journal of Educational Psychology, 112*(6), 1167–1182.
- Mammarella, I. C., Caviola, S., Giofrè, D., & Borella, E. (2018). Separating math from anxiety: The role of inhibitory mechanisms. *Applied Neuropsychology: Child, 7*(4), 342–353. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1080/21622965.2017.1341836>
- Martin, R. B., Cirino, P. T., Barnes, M. A., Ewing-Cobbs, L., Fuchs, L. S., Stuebing, K. K., & Fletcher, J. M. (2013). Prediction and stability of mathematics skill and difficulty. *Journal of Learning Disabilities, 46*(5), 428–443. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/0022219411436214>

- Martin, B. N., & Fuchs, L. S. (2019). The mathematical performance of at-risk first graders as a function of limited English proficiency status. *Learning Disability Quarterly*, 42(4), 244–251. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/0731948719827489>
- Mejias, S., Muller, C., & Schiltz, C. (2019). Assessing mathematical school readiness. *Frontiers in Psychology*, 10. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.3389/fpsyg.2019.01173>
- Mohd Syah, N. E., Hamzaid, N. A., Murphy, B. P., & Lim, E. (2016). Development of Computer Play Pedagogy Intervention for Children with Low Conceptual Understanding in Basic Mathematics Operation Using the Dyscalculia Feature Approach. *Interactive Learning Environments*, 24(7), 1477–1496.
- Moll, K., Göbel, S. M., Gooch, D., Landerl, K., & Snowling, M. J. (2016). Cognitive risk factors for specific learning disorder: Processing speed, temporal processing, and working memory. *Journal of Learning Disabilities*, 49(3), 272–281. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/0022219414547221>
- Mononen, R., & Aunio, P. (2014). A Mathematics intervention for low-performing Finnish second graders: findings from a pilot study. *European Journal of Special Needs Education*, 29(4), 457–473. <https://doi.org/10.1080/08856257.2014.922794>
- Mononen, R., & Aunio, P. (2016). Counting Skills Intervention for Low-Performing First Graders. *South African Journal of Childhood Education*, 6(1).
- Moran, A. S., Swanson, H. L., Gerber, M. M., & Fung, W. (2014). The effects of paraphrasing interventions on problem-solving accuracy for children at risk for math disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 29(3), 97–105.
- Morgan, P. L., Farkas, G., & Maczuga, S. (2015). Which instructional practices most help first-grade students with and without mathematics difficulties? *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 37(2), 184–205. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.3102/0162373714536608>

- Morin, L. L., Watson, S. M. R., Hester, P., & Raver, S. (2017). The use of a bar model drawing to teach word problem solving to students with mathematics difficulties. *Learning Disability Quarterly*, 40(2), 91–104. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/0731948717690116>
- Moura, R., Lopes-Silva, J. B., Vieira, L. R., Paiva, G. M., de Almeida Prado, A. C., Wood, G., & Haase, V. G. (2015). From “five” to 5 for 5 minutes: Arabic number transcoding as a short, specific, and sensitive screening tool for mathematics learning difficulties. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 30(1), 88–98. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1093/arclin/acu071>
- Mutlu, Y. (2019). Math Anxiety in Students with and without Math Learning Difficulties. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 11(5), 471–475.
- Mutflu, Y., & Akgün, L. (2019). Using Computer for Developing Arithmetical Skills of Students with Mathematics Learning Difficulties. *International Journal of Research in Education and Science*, 5(1), 237–251.
- Mutlu, Y., & Akgün, L. (2017). The Effects of Computer Assisted Instruction Materials on Approximate Number Skills of Students with Dyscalculia. *Turkish Online Journal of Educational Technology - TOJET*, 16(2), 119–136.
- Mutlu, Y., & Korkmaz, E. (2020). Investigating Clock Reading Skills of Third Graders with and without Dyscalculia Risk. *International Online Journal of Primary Education*, 9(1), 97–110.
- Namkung, J. M., & Bricko, N. (2021). The Effects of Algebraic Equation Solving Intervention for Students with Mathematics Learning Difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 54(2), 111–123.
- Namkung, J. M., Peng, P., Goodrich, J. M., & Molfese, V. (2019). Exploring Growth Trajectories of Informal and Formal Mathematics Skills among Prekindergarten Children Struggling with Mathematics. *Learning Disability Quarterly*, 42(2), 80–91.

- Nelson, G., & Kiss, A. J. (2021). Effects of a First-Grade Mathematics Vocabulary Intervention: A Pilot Study for Students with Mathematics Difficulty. *Learning Disabilities Research & Practice, 36*(2), 167–178.
- Nelson, G., & Powell, S. R. (2018). Computation Error Analysis: Students with Mathematics Difficulty Compared to Typically Achieving Students. *Assessment for Effective Intervention, 43*(3), 144–156.
- Nelson, P. M., Burns, M. K., Kanive, R., & Ysseldyke, J. E. (2013). Comparison of a math fact rehearsal and a mnemonic strategy approach for improving math fact fluency. *Journal of School Psychology, 51*(6), 659–667. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1016/j.jsp.2013.08.003>
- Nelwan, M., Friso-van den Bos, I., Vissers, C., & Kroesbergen, E. (2022). The relation between working memory, number sense, and mathematics throughout primary education in children with and without mathematical difficulties. *Child Neuropsychology, 28*(2), 143–170. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1080/09297049.2021.1959905>
- Niklas, F., & Schneider, W. (2014). Casting the die before the die is cast: The importance of the home numeracy environment for preschool children. *European Journal of Psychology of Education, 29*(3), 327–345. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1007/s10212-013-0201-6>
- Olkun, S., Altun, A., Gocer Sahin, S., & Kaya, G. (2016). Psychometric Properties of a Screening Tool for Elementary School Student's Math Learning Disorder Risk. *Online Submission, 15*(12), 48–66.
- Passolunghi, M. C., Cargnelutti, E., & Pellizzoni, S. (2019). The Relation between Cognitive and Emotional Factors and Arithmetic Problem-Solving. *Educational Studies in Mathematics, 100*(3), 271–290.

- Peake, C., Jiménez, J. E., & Rodríguez, C. (2017). Data-driven heterogeneity in mathematical learning disabilities based on the triple code model. *Research in Developmental Disabilities, 71*, 130–142. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1016/j.ridd.2017.10.005>
- Peake, C., Jiménez, J. E., Rodríguez, C., Bisschop, E., & Villarroel, R. (2015). Syntactic awareness and arithmetic word problem solving in children with and without learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 48*(6), 593–601. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/0022219413520183>
- Pelegrina, S., Capodieci, A., Carretti, B., & Cornoldi, C. (2015). Magnitude representation and working memory updating in children with arithmetic and reading comprehension disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 48*(6), 658–668. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/0022219414527480>
- Powell, S. R., Driver, M. K., & Julian, T. E. (2015). The effect of tutoring with nonstandard equations for students with mathematics difficulty. *Journal of Learning Disabilities, 48*(5), 523–534. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/0022219413512613>
- Powell, S. R., & Driver, M. K. (2015). The influence of mathematics vocabulary instruction embedded within addition tutoring for first-grade students with mathematics difficulty. *Learning Disability Quarterly, 38*(4), 221–233. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/0731948714564574>
- Powell, S. R., Berry, K. A., & Barnes, M. A. (2019). The Role of Pre-Algebraic Reasoning within a Word-Problem Intervention for Third-Grade Students with Mathematics Difficulty. In *Grantee Submission*. Grantee Submission.
- Powell, S. R., Fuchs, L. S., Cirino, P. T., Fuchs, D., Compton, D. L., & Changas, P. C. (2015). Effects of a Multitier Support System on Calculation, Word Problem, and Prealgebraic Performance among At-Risk Learners. *Exceptional Children, 81*(4), 443–470.

- Powell, S. R., Stevens, E. A., & Berry, K. A. (2019). Effects of a Word-Problem Intervention on Word-Problem Language Features for Third-Grade Students with Mathematics Difficulty. *Learning Disabilities: A Multidisciplinary Journal*, 24(2), 1–14.
- Praet, M., & Desoete, A. (2019). A Pilot Study about the Effect and Sustainability of Early Interventions for Children with Early Mathematical Difficulties in Kindergarten. *Learning Disabilities: A Contemporary Journal*, 17(1), 29–40.
- Re, A. M., Pedron, M., Tressoldi, P. E., & Lucangeli, D. (2014). Response to Specific Training for Students with Different Levels of Mathematical Difficulties. *Exceptional Children*, 80(3), 337–352.
- Ribeiro, F. S., & Santos, F. H. (2020). Persistent effects of musical training on mathematical skills of children with developmental dyscalculia. *Frontiers in Psychology*, 10. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.3389/fpsyg.2019.02888>
- Rodrigues, J., Jordan, N. C., & Hansen, N. (2019). Identifying fraction measures as screeners of mathematics risk status. *Journal of Learning Disabilities*, 52(6), 480–497. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/0022219419879684>
- Rodriguez, I., Nascimento, J. M., Voigt, M. F., & Santos, F. H. (2019). Numeracy musical training for school children with low achievement in mathematics. *Anales de Psicología*, 35(3), 405–416. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.6018/analesps.35.3.340091>
- Sainio, P. J., Eklund, K. M., Ahonen, T. P. S., & Kiuru, N. H. (2019). The role of learning difficulties in adolescents' academic emotions and academic achievement. *Journal of Learning Disabilities*, 52(4), 287–298. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/0022219419841567>
- Salihu, L., & Räsänen, P. (2018). Mathematics Skills of Kosovar Primary School Children: A Special View on Children with Mathematical Learning Difficulties. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 10(4), 421–430.

- Salihu, L., Aro, M., & Räsänen, P. (2018). Children with Learning Difficulties in Mathematics: Relating Mathematics Skills and Reading Comprehension. *Issues in Educational Research, 28*(4), 1024–1038.
- Salminen, J., Koponen, T. R., Räsänen, P., & Aro, M. (2015). Preventive Support for Kindergarteners Most At-Risk for Mathematics Difficulties: Computer-Assisted Intervention. *Mathematical Thinking and Learning, 17*(4), 273-295.
<https://doi.org/10.1080/10986065.2015.1083837>
- Salminen, J. B., Koponen, T. K., & Tolvanen, A. J. (2018). Individuality in the early number skill components underlying basic arithmetic skills. *Frontiers in Psychology, 9*.
<https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.3389/fpsyg.2018.01056>
- Sari, M. H., & Olkun, S. (2020). Developing Number Sense in Students with Mathematics Learning Disability Risk. *International Online Journal of Primary Education, 9*(2), 228–243.
- Schindler, M., Schovenberg, V., & Schabmann, A. (2020). Enumeration Processes of Children with Mathematical Difficulties: An Explorative Eye-Tracking Study on Subitizing, Groupitizing, Counting, and Pattern Recognition. *Learning Disabilities: A Contemporary Journal, 18*(2), 193–211.
- Schwenck, C., Dummert, F., Endlich, D., & Schneider, W. (2015). Cognitive Functioning in Children with Learning Problems. *European Journal of Psychology of Education, 30*(3), 349–367.
- Shanley, L., Clarke, B., Doabler, C. T., Kurtz-Nelson, E., & Fien, H. (2017). Early Number Skills Gains and Mathematics Achievement: Intervening to Establish Successful Early Mathematics Trajectories. *Journal of Special Education, 51*(3), 177–188.
- Shanley, L., Clarke, B., Smolkowski, K., Doabler, C. T., Kurtz-Nelson, E. C., & Fien, H. (2021). Examining the Role of Domain-General Skills in Mathematics Learning and Intervention Response in Kindergarten. *Learning Disabilities Research & Practice, 36*(4), 330–352.

- Shanley, L., Strand Cary, M., Turtura, J., Clarke, B., Sutherland, M., & Pilger, M. (2020). Individualized Instructional Delivery Options: Adapting Technology-Based Interventions for Students with Attention Difficulties. *Journal of Special Education Technology*, 35(3), 119–132.
- Sharp, E., & Shih Dennis, M. (2017). Model Drawing Strategy for Fraction Word Problem Solving of Fourth-Grade Students with Learning Disabilities. *Remedial and Special Education*, 38(3), 181–192.
- Sood, S., & Jitendra, A. K. (2013). An Exploratory Study of a Number Sense Program to Develop Kindergarten Students' Number Proficiency. *Journal of Learning Disabilities*, 46(4), 328–346.
- Swanson, H. L. (2014). Does cognitive strategy training on word problems compensate for working memory capacity in children with math difficulties? *Journal of Educational Psychology*, 106(3), 831–848. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1037/a0035838>
- Swanson, H. L. (2016). Word problem solving, working memory and serious math difficulties: Do cognitive strategies really make a difference? *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 5(4), 368–383. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1016/j.jarmac.2016.04.012>
- Swanson, H. L. (2020). The relationship between executive processing and computational growth among monolingual and English learners with and without math difficulties: Does it help to be bilingual? *Cognitive Development*, 56. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1016/j.cogdev.2020.100961>
- Swanson, H. L., Lussier, C., & Orosco, M. (2013). Effects of cognitive strategy interventions and cognitive moderators on word problem solving in children at risk for problem solving difficulties. *Learning Disabilities Research & Practice*, 28(4), 170–183. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1111/ldrp.12019>

- Swanson, H. L., Lussier, C. M., & Orosco, M. J. (2015). Cognitive strategies, working memory, and growth in word problem solving in children with math difficulties. *Journal of Learning Disabilities, 48*(4), 339–358. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/0022219413498771>
- Swanson, H. L., Moran, A., Lussier, C., & Fung, W. (2014). The effect of explicit and direct generative strategy training and working memory on word problem-solving accuracy in children at risk for math difficulties. *Learning Disability Quarterly, 37*(2), 111–122. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/0731948713507264>
- Swanson, H. L., Moran, A. S., Bocian, K., Lussier, C., & Zheng, X. (2013). Generative strategies, working memory, and word problem solving accuracy in children at risk for math disabilities. *Learning Disability Quarterly, 36*(4), 203–214. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/0731948712464034>
- Swanson, H. L., Orosco, M. J., & Lussier, C. M. (2014). The Effects of Mathematics Strategy Instruction for Children with Serious Problem-Solving Difficulties. *Exceptional Children, 80*(2), 149–168.
- Szucs, D., Devine, A., Soltesz, F., Nobes, A., & Gabriel, F. (2013). Developmental dyscalculia is related to visuo-spatial memory and inhibition impairment. *Cortex: A Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior, 49*(10), 2674–2688. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1016/j.cortex.2013.06.007>
- Tobia, V., Fasola, A., Lupieri, A., & Marzocchi, G. M. (2016). Numerical magnitude representation in children with mathematical difficulties with or without reading difficulties. *Journal of Learning Disabilities, 49*(2), 115–129. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/0022219414529335>
- Tolar, T. D., Fuchs, L., Fletcher, J. M., Fuchs, D., & Hamlett, C. L. (2016). Cognitive profiles of mathematical problem solving learning disability for different definitions of disability. *Journal of Learning Disabilities, 49*(3), 240–256. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/0022219414538520>

- Toll, S. W. M., & Van Luit, J. E. H. (2014). Explaining numeracy development in weak performing kindergartners. *Journal of Experimental Child Psychology*, *124*, 97–111. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1016/j.jecp.2014.02.001>
- Toll, S. W. M., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2016). Visual working memory and number sense: Testing the double deficit hypothesis in mathematics. *British Journal of Educational Psychology*, *86*(3), 429–445. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1111/bjep.12116>
- Van Garderen, D., Scheuermann, A., & Jackson, C. (2013). Examining how students with diverse abilities use diagrams to solve mathematics word problems. *Learning Disability Quarterly*, *36*(3), 145–160. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1177/0731948712438558>
- Van Lieshout, E. C. D. M., & Xenidou-Dervou, I. (2018). Pictorial representations of simple arithmetic problems are not always helpful: a cognitive load perspective. *Educational Studies in Mathematics*, *98*(1), 39–55. <https://doi.org/10.1007/s10649-017-9802-3>
- Wang, A. Y., Fuchs, L. S., Fuchs, D., Gilbert, J. K., Krowka, S., & Abramson, R. (2019). Embedding Self-Regulation Instruction within Fractions Intervention for Third Graders with Mathematics Difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, *52*(4), 337–348.
- Watts, G. W., Bryant, D. P., & Roberts, G. J. (2020). Effects of Cross-Age Tutors With EBD for Kindergartners At Risk of Mathematics Difficulties. *Journal of Emotional and Behavioral Disorders*, *28*(4), 244–256. <https://doi.org/10.1177/1063426619884271>
- Westenskow, A., Boyer-Thurgood, J., & Moyer-Packenham, P. S. (2015). A Window into Mathematical Support: How Parents' Perceptions Change Following Observations of Mathematics Tutoring. *Journal of Research in Childhood Education*, *29*(4), 458–475.
- Whitney, T., Hirn, R. G., & Lingo, A. S. (2016). Effects of a Mathematics Fluency Program on Mathematics Performance of Students with Challenging Behaviors. *Preventing School Failure*, *60*(2), 133–142.

- Wong, T. T.-Y., Ho, C. S.-H., & Tang, J. (2014). Identification of children with mathematics learning disabilities (MLDs) using latent class growth analysis. *Research in Developmental Disabilities, 35*(11), 2906–2920. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1016/j.ridd.2014.07.015>
- Wong, T. T.-Y., Ho, C.S.-H., & Tang, J. (2017). Defective Number Sense or Impaired Access? Differential Impairments in Different Subgroups of Children With Mathematics Difficulties. *Journal of Learning Disabilities, 50*(1), 49-61. <https://doi.org/10.1177.0022219415588851>
- Wong, T. T.-Y., & Chan, W. W. L. (2019). Identifying children with persistent low math achievement: The role of number-magnitude mapping and symbolic numerical processing. *Learning and Instruction, 60*, 29–40. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1016/j.learninstruc.2018.11.006>
- Wu, T., Shen, H., Sheng, Y., Zhao, F., Guo, N., Liao, L., Li, L., Li, Y., & Dong, X. (2020). Use of cognitive correction training improves learning for children with mathematics learning disability. *Applied Neuropsychology: Child, 9*(2), 172–178. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1080/21622965.2018.1552866>
- Xin, Y. P. (2019). The Effect of a Conceptual Model-Based Approach on “Additive” Word Problem Solving of Elementary Students Struggling in Mathematics. *ZDM: The International Journal on Mathematics Education, 51*(1), 139–150.
- Xin, Y. P., Liu, J., Jones, S. R., Tzur, R., & Si, L. (2016). A Preliminary Discourse Analysis of Constructivist-Oriented Mathematics Instruction for a Student with Learning Disabilities. *Journal of Educational Research, 109*(4), 436–447.
- Xin, Y. P., Tzur, R., Hord, C., Liu, J., Park, J. Y., & Si, L. (2017). An Intelligent Tutor Assisted Mathematics Intervention Program for Students with Learning Difficulties. *Learning Disability Quarterly, 40*(1), 4–16.

- Yayuk, E., Purwanto, As'ari, A. R., & Subanji. (2020). Primary School Students' Creative Thinking Skills in Mathematics Problem Solving. *European Journal of Educational Research*, 9(3), 1281–1295.
- Zhang, D., Xin, Y. P., & Si, L. (2013). Transition from Intuitive to Advanced Strategies in Multiplicative Reasoning for Students with Math Difficulties. *Journal of Special Education*, 47(1), 50–64.
- Zhang, X, Räsänen, P., Koponen, T., Aunola, K., Lerkkanen, M.-K., & Nurmi, J.-E. (2020). Early Cognitive Precursors of Children's Mathematics Learning Disability and Persistent Low Achievement: A 5-Year Longitudinal Study. *Child Development*, 91(1), 7-27. <https://doi.org/10.1111/cdev.13123>
- Zhang, Y., & Zhou, X. (2016). Building Knowledge Structures by Testing Helps Children with Mathematical Learning Difficulty. *Journal of Learning Disabilities*, 49(2), 166–175.
- Zhu, N. (2015). Cognitive Strategy Instruction for Mathematical Word Problem-Solving of Students with Mathematics Disabilities in China. *International Journal of Disability, Development and Education*, 62(6), 608–627.
- Zubi, I. A., Peled, I., & Yarden, M. (2019). Children with Mathematical Difficulties Cope with Modelling Tasks: What Develops? *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 50(4), 506–526.

Bijlage C

Overzicht geïncludeerde studies

Auteur	Jaar	<i>N</i>	Vrouw (%)	Rekenprobleem/ Dyscalculie	Classificatie- criteria	Cut-off score(s)	Samenhangende factoren	Signalerende kenmerken en tekortkomingen
Abu-Hamour, B.	2018	50	50,0%	Dyscalculie	Mening leerkracht, Cut-off score			Verwerkingssnelheid, Werkgeheugen
Alghamdi, A., Jitendra, A.K., & Lein, A.E.	2019	3	0,0%	Dyscalculie	Cut-off score	10, 25		
Aunio, P., et al.	2020	267	49,4%	Risico op rekenprobleem	Cut-off score	30		
Barbieri, C.A., et al.	2020	51	60,7%	Rekenprobleem	Cut-off score	10		Breuken
Barnes, M. A., et al.	2020	493		Risico op rekenprobleem	Cut-off score	16-25		Getalbegrip
Barnes, M.A., et al.	2016	518	46,7%	Rekenprobleem	Cut-off score	25	Lage sociaaleconomische status (SES)	
Bartelet, D., et al.	2014	226	61,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	16		Getalbegrip, Visualisatie en interpretatie van visueel- ruimtelijke representaties,

Bastos, J. A., et al.	2016	2.89		Dyscalculie			Lage SES	Werkgeheugen, Toegangstekort
Baten, E., & Desoete, A.	2019	208		Dyscalculie	Discrepantie t.o.v. de norm			Metacognitie
Baten, E., & Desoete, A.	2018	114	69,0%	Dyscalculie	Cut-off score	16	Lage SES	Werkgeheugen
Benz, S.A., & Powell, S.R.	2021	441	49,9%	Rekenprobleem	Cut-off score	13		
Bessoondyal, H.	2017	16		Rekenprobleem	Cut-off score	16		
Bosma, T., Stevenson, C.E., & Resing, W.C.M.	2017	120	67,5%	Rekenprobleem	Cut-off score	20		
Brankaer, C., Ghesquière Pol, & De Smedt, B.	2017	1.58	50,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	10		Getalbegrip
Bryant, B.R., et al.	2016	12	75,0%	Rekenprobleem	Geen verbetering na interventie			
Bryant, B.R., et al.	2016	71	42,3%	Rekenprobleem	Cut-off score	25		

Bugden, S., & Ansari, D.	2016	15	27,0%	Dyscalculie	Discrepantie t.o.v. de norm	.	Getalbegrip, Visualisatie en interpretatie van visueel-ruimtelijke representaties, Werkgeheugen
Bull, R., Munez, D., & Lee, K.	2021	215	48,0%	Rekenprobleem			Getalbegrip
Chan, W. W. C., & Wong, T. TY.	2019	565	44,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	25	Getal gevoel, Getalbegrip, Werkgeheugen, Visualisatie en interpretatie van visueel-ruimtelijke representaties
Chan, W. W. L., Au, T. K., & Tang, J.	2013(1)	74		Rekenprobleem			Getalbegrip
Chan, W. W. L., Au, T. K., & Tang, J.	2013(2)	74		Dyscalculie			Getalbegrip
Cheng, D., et al.	2019	78	37,2%	Dyscalculie	Cut-off score	7	
Cirino, P. T., et al.	2015	660	52,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	25	
Clarke, B., et al.	2018	458	49,0%	Risico op rekenprobleem	Cut-off score	10	

Collingwood, N., & Dewey, J.	2018	144		Rekenprobleem	Discrepantie t.o.v. de norm	.	Rekenangst, Wiskundig zelfconcept	.
Cowan, R., & Powell, D.	2014 (1)	258	52,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	25		
Cowan, R., & Powell, D.	2014 (2)	258	52,0%	Dyscalculie	Cut-off score	10		Procedurele componenten
Crawford, L., et al.	2019	30		Rekenprobleem	Deelname interventie, Cut-off score	35		
Cueli, M., et al.	2019	288	37,5%	Rekenprobleem	Cut-off score	33		
De Castro, M.V., et al.	2014	300	46,0%	Dyscalculie	Mening leerkracht, Geen verbetering na interventie	.		Onthouden van rekenkundige feiten, getalbegrip, Procedurele componenten
De Leon, S. D., et al.	2021	236	57,0%	Risico op rekenprobleem	Cut-off score	20		
De Visscher, A., & Noël, M.P.	2014	46	47,8%	Rekenprobleem	Cut-off score	25		Procedurele componenten
De Weerd, F., Desoete, A., & Roeyers, H.	2013	112	61,0%	Dyscalculie	Cut-off score	11		Werkgeheugen

Dennis, M.S.	2015	3	33,3%	Rekenprobleem	Cut-off score, Mening leerkracht	25	Procedurele componenten
Dennis, M.S., Bruant, B.R., & Drogan, R.	2015	16	56,3%	Rekenprobleem	Cut-off score, Mening leerkracht	25	
Dennis, M.S., McCray Sorrells, A., & Falcomata, T.S.	2016	6	66,6%	Dyscalculie	Moeite met ophalen basisfeiten, Deelname interventie		
Desoete, A., & Praet, M.	2013	132	47,7%	Risico op rekenprobleem	Cut-off score	25	Vorbereidende rekenvaardigheden
Desoete, A., et al.	2013	72	49,0%	Risico op rekenprobleem	Broer/zus met dyscalculie		Getal gevoel
Desoete, A., et al.	2014	26	53,8%	Dyscalculie	Cut-off score, Diagnose, Geen verbetering na interventie	25	Procedurele componenten, Onthouden van rekenkundige feiten
Ding, Y., et al.	2021	54	46,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	25	Werkgeheugen
Doabler, C. T., et al.	2015	20	50,0%	Risico op rekenprobleem	Discrepantie t.o.v. de norm,		

					Mening leerkracht		
Doabler, C. T., et al.	2016	319	47.5%	Risico op rekenprobleem	Cut-off score	20, 43	
Doabler, C. T., et al.	2019a	2.70 8		Rekenprobleem	Cut-off score	25	
Doabler, C.T., et al.	2019b	465	54,0%	Risico op rekenprobleem	Cut-off score	43, 20	
Doabler, C. T., et al.	2019c	96	61,0%	Risico op rekenprobleem	Cut-off score	43	
Doabler, C. T., et al.	2019d	2078	47,3%	Risico op rekenprobleem	Cut-off score	25	
Doabler, C. T., et al.	2021a	795	51,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	10	
Doabler, C. T., et al.	2021b	880	51,0%	Dyscalculie	Cut-off score	20, 43	
Doabler, C. T., et al.	2021c	130	60,0%	Risico op rekenprobleem	Discrepantie t.o.v. de norm		
Doabler, C. T., et al.	2021d	470	51,0%	Risico op rekenprobleem	Cut-off score	43	
Donker, M., et al.	2016	133	60,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	25	Verwerkingssnelheid

Driver, M.K., & Powell, S.R.	2015	413	47,3%	Rekenprobleem	Cut-off score	21		
Dyson, N.I., et al.	2020	52	55,7%	Risico op rekenprobleem	Cut-off score		Breuken	
Ergen, Y	2020	3	66,0%	Rekenprobleem	Discrepantie t.o.v. de norm, mening leerkracht	.	Taalmoelijkheden	.
Fien, H., et al.	2016	250	62,5%	Risico op rekenprobleem	Discrepantie t.o.v. de norm	.		
Foreman-Murray, L., & Fuchs, L. S.	2019	71	48,0%	Risico op rekenprobleem	Cut-off score	35	Breuken	
Forsyth, S. R., & Powell, S. R.	2017	128	47,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	20	Taalmoelijkheden	Wiskundige woordenschat
Fuchs, L. S., Fuchs, D., & Compton, D. L.	2013	422		Rekenprobleem	Cut-off score	26		
Fuchs, L.S., et al.	2013	891	50,8%	Risico op rekenprobleem	Mening leerkracht	.		
Fuchs, L.S., et al.	2015	212	53,7%	Risico op rekenprobleem	Cut-off score	35		

Fuchs, L.S., et al.	2016	213		Risico op rekenprobleem	Cut-off score	35	
Fuchs, L.S., et al.	2021	416	52,7%	Risico op rekenprobleem	Cut-off score	25	
Gersten, R., et al.	2015	994	49,0%	Risico op rekenprobleem	Cut-off score	35	
Gómez-Velázquez F. R., Berumen, G., & González-Garrido A. A.	2015	441	44,0%	Rekenprobleem	Cut-off score, Mening leerkracht	15	Falen bij het vergelijken van grootheden (vooral symbolische)
Gómez-Velázquez, F.R., et al.	2017	40	40,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	15	
González-Castro, P., et al.	2016	216	35,1%	Rekenprobleem	Discrepantie t.o.v. IQ		
Götze, D.	2019	2	0,0%	Risico op rekenproblemen	Discrepantie t.o.v. de norm		
Hanin, V., & Van Nieuwenhoven, C.	2020	22		Rekenprobleem	Mening leerkracht		Procedurele componenten
Hart, S., et al.	2016	264	58,0%	Rekenprobleem			Rekenangst

Hassinger-Das, B., et al.	2014	107	52,0%	Risico op rekenprobleem	Cut-off score	35	Gedrag, getal gevoel
Hassler Hallstedt, M., Klingberg, T., & Ghaderi, A.	2018	283	50,2%	Rekenprobleem	Discrepantie t.o.v. de norm	.	
Hellstrand, H., et al.	2019	29	58,6%	Rekenprobleem	Cut-off score	20	
Herold, K.H., et al.	2020(1)	190	50,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	25	
Herold, K.H., et al.	2020(2)	190	50,0%	Dyscalculie	Cut-off score	10	
Hinton, V.M., & Flores, M.M.	2019	2	100,0%	Risico op rekenprobleem	Mening leerkracht, Deelname interventie	.	Procedurele componenten, Breuken
Holmes, W., & Dowker, A.	2013	440	47,7%	Rekenprobleem	Mening leerkracht	.	
Hulac, D.H., Wickerd, G., & Vining, O.	2013	5	40,0%	Risico op rekenprobleem	Mening leerkracht	.	

Hunt, J. H., Welch-Ptk, J. J., & Silva, J. M.	2016	43		Rekenprobleem	Deelname interventie	.		Breuken
Hunt, J., Westenskow, A., & Moyer- Packenham, P. S.	2017	43		Rekenprobleem	Mening leerkracht, Cut-off score	40		
Hunt, J.H.	2014	38	50,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	25		
Hunt, J.H.	2015(1)	3	0,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	25		Breuken
Hunt, J.H.	2015(2)	3	0,0%	Dyscalculie	Cut-off score, Deelname interventie	15		Breuken
Iglesias- Sarmiento, V., & Deaño, M	2016(1)	165	47,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	25		Getalbegrip
Iglesias- Sarmiento, V., & Deaño, M	2016(2)	165	47,0%	Dyscalculie	Cut-off score	10		Getalbegrip
Iglesias- Sarmiento, V., et al.	2020	110	52,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	10		Werkgeheugen, Getalbegrip

Jiménez, J.E., De León, S.C., & Gutiérrez, N.	2021	975	51,8%	Risico op rekenprobleem	Cut-off score	20		
Jitendra, A. K., Corroy, K. C., & Dupuis, D. N.	2013	125	61,0%	Risico op rekenprobleem	Cut-off score	40	Lage SES, Taalmoelijkheden	Gedrag, Procedurele componenten
Jitendra, A. K., Dupuis, D. N., & Zaslofsky, A. F.	2014	136	60,0%	Risico op rekenprobleem	Cut-off score	40		
Jitendra, A.K., et al.	2014	109	51,4%	Risico op rekenprobleem	Cut-off score	40		
Jordan, N. C., et al.	2017	536	53,0%	Rekenprobleem				Breuken, Getalbegrip
Jovanovic, G., et al.	2013	1078	50,0%	Dyscalculie	Cut-off score	7	Lage SES	
Jungert, T., & Andersson, U.	2013	143	64,0%	Rekenprobleem	Discrepantie t.o.v. de norm	.	Rekenangst	Zelfvertrouwen in rekenen
Kanive R., et al.	2014	90	53,3%	Rekenprobleem	Mening leerkracht, Cut-off score	25		
Karagiannakis, G. N.,	2017(1)	165	45,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	30		Getalbegrip, Geheugen, Visualisatie en interpretatie

Baccaglioni-Frank, A. E., & Roussos, P.							van visueel-ruimtelijke representaties, Rekenkundig redeneren
Karagiannakis, G. N., Baccaglioni-Frank, A. E., & Roussos, P.	2017(2)	165	45,0%	Dyscalculie	Cut-off score	16	Getalbegrip, Geheugen, Visualisatie en interpretatie van visueel-ruimtelijke representaties, Rekenkundig redeneren
Karakonstantaki, E.S., et al.	2018	67	41,8%	Rekenprobleem	Cut-off score	16	
Kiss, A. J., & Christ, T. J.	2019	167	55,0%	Risico op rekenprobleem	Cut-off score	40	
Kiss, J. K., Nelson, G., & Christ, T. J.	2019	239	49,0%	Risico op rekenprobleem	Cut-off score	40	Voorbereidende rekenvaardigheden
Kiuhara, S.A., et al.	2020	28	46,4%	Dyscalculie	Cut-off score	35	
Kluszczewski, J., et al.	2018	151	65,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	16	Visualisatie en interpretatie van visueel-ruimtelijke representaties, Werkgeheugen
Kohn, J., et al.	2020	67	73,1%	Dyscalculie	Cut-off score	7	

Kong, J.E., & Orosco, M.	2016	8	87,5%	Risico op rekenprobleem	Discrepantie t.o.v. de norm, Mening leerkracht		Studenten in de minderheid	Procedurele componenten
Koponen, T.K., et al.	2018	1327	48,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	20		Procedurele componenten
Krawec, J., & Huang, J.	2017	307	51,0%	Rekenprobleem	Discrepantie t.o.v. de norm			
Kucian, K., et al.	2018	183	70,0%	Dyscalculie	Cut-off score	16	Rekenangst	
Lafay, A., St-Pierre, M-C., & Macoir, J.	2017	61	67,0%	Dyscalculie	Cut-off score	7		Symbolische notatie
Lai, Y., et al.	2015	224	48,0%	Rekenprobleem	cut-off score	25	Rekenangst, Zelfbeeld	Procedurele componenten
Lambert, K., & Spinath, B.	2018	349	51,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	25		Verwerkingssnelheid, Getalbegrip, Visualisatie en interpretatie van visueel-ruimtelijke representaties
Lannin, J., et al.	2013	16	44,0%	Rekenprobleem	Mening leerkracht			
Leh, J.M., & Jitendra, A.K.	2013	25	52,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	50		

Lin, Y.-C., et al.	2013	9.32 4	50,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	10		Gedrag
Losinski, M., et al.	2021	60	69,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	30		Breuken
Lucangeli, D., et al.	2019	86	37,2%	Dyscalculie	Diagnose, Cut-off score	16		
MacDonald, B.L., et al.	2018	124	49,2%	Rekenprobleem	Mening leerkracht		Lage SES	Getalbegrip
Maehler, C., & Schuchardt, K.	2016	172	45,0%	Dyscalculie	Discrepantie t.o.v. de norm			Werkgeheugen
Malone, A.S., & Fuchs, L.S.	2014	131	51,0%	Risico op rekenprobleem	Cut-off score	35		
Malone, S. A., Burgoyne, K., & Hulme, C.	2020	569	52,0%	Risico op rekenprobleem				Getalbegrip
Mammarella, I. C., et al.	2018	366		Dyscalculie	Cut-off score	16		Werkgeheugen
Martin, B. M., et al.	2013	144		Rekenprobleem	Cut-off score	32		Gedrag, Werkgeheugen
Martin, B. N., & Fuchs, L. S.	2019	260	49,0%	Risico op rekenprobleem	Discrepantie t.o.v. de norm	.	Taalmoeilijkheden	

Mejias, S., Muller, C., & Schiltz, C.	2019(1)	346	53,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	25		
Mejias, S., Muller, C., & Schiltz, C.	2019(2)	346	53,0%	Dyscalculie	Cut-off score	7		
Moll, K., et al.	2016	99	48,0%	Dyscalculie	Cut-off score, Diagnose	16		Geheugen
Mononen, R., & Aunio, P.	2014	88	45,5%	Rekenprobleem	Cut-off score	25		
Mononen, R., & Aunio, P.	2016	151	49,7%	Rekenprobleem	Cut-off score	25		
Moran, A.S., et al.	2014	72	43,0%	Dyscalculie	Cut-off score	25		Procedurele componenten
Morgan, P.L., Farkas, G., & Maczuga, S.	2015	2486	48,7%	Rekenprobleem	Cut-off score	15		
Morin, L.L., et al.	2017	6	83,3%	Rekenprobleem	Cut-off score	16		
Moura, R., et al.	2015	786	55,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	25		Getalbegrip
Mutlu, Y	2019(1)	288	51,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	25	Rekenangst	Werkgeheugen
Mutlu, Y	2019(2)	288	51,0%	Dyscalculie	Cut-off score	10	Rekenangst	Werkgeheugen

Mutlu, Y., & Akgün, L.	2017	3	33,3%	Dyscalculie	Mening leerkracht, Diagnose	.			Onthouden van rekenkundige feiten, Getalbegrip
Mutlu, Y., & Akgün, L.	2019	3	33,3%	Dyscalculie	Mening leerkracht, Cut-off score	.			
Mutlu, Y., & Korkmaz, E.	2020	290	47,0%	Dyscalculie	Cut-off score	10			Meten en meetkunde (klokkijken)
Namkung, J. M., et al.	2019	281	53,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	10	Lage SES		Wiskundekennis
Namkung, J.M., & Bricko, N.	2021	48	58,4%	Rekenprobleem	Cut-off score	25			
Nelson, G., & Kiss, A.J.	2021	14	64,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	25			
Nelson, G., & Powell, S. R.	2018	478	51,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	25			Procedurele componenten
Nelson, P.M., et al.	2013	86	57,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	25			
Nelwan, M., et al.	2021	520		Rekenprobleem	Cut-off score	25			Getal gevoel
Niklas, F., & Schneider, W.	2014	609	46,0%	Rekenprobleem	Discrepantie t.o.v. de norm		Rekenomgeving thuis		
Olkun, S., et al.	2016	478	50,0%	Rekenprobleem					Getalbegrip

Passolunghi, M. C., Cargnelutti, E., & Pellizzoni, S.	2019	145	49,0%	Rekenprobleem			Rekenangst	Werkgeheugen, Procedurele componenten
Peake, C., et al.	2015	449	50,0%	Dyscalculie	Cut-off score	25		Getalbegrip
Peake, C., Jiménez, J. E., & Rodríguez, C.	2017	835		Dyscalculie	Cut-off score	10		Visualisatie en interpretatie van visueel-ruimtelijke representaties, Ophalen van informatie uit langetermijngeheugen, Werkgeheugen
Pelegrina, S., et al.	2015	56	57,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	16		Werkgeheugen
Powell, S.R. Driver, M.K., & Julian, T.E.	2015	54	63,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	10		
Powell, S.R., & Driver, M.K.	2015	98	49,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	11		Procedurele componenten
Powell, S.R., Berry, K.A., & Barnes, M.A.	2019	138	56,5%	Rekenprobleem	Cut-off score	25		
Powell, S.R., et al.	2015	256	48,4%	Rekenprobleem	Cut-off score	40		

Powell, S.R., Stevens, E.A., & Berry, K.A.	2019	159	54,1%	Rekenprobleem	Cut-off score	25	
Praet, M., Desoete, A.	2019	49		Rekenprobleem	Cut-off score	25	
Re, A.M., et al.	2014(1)	54	37,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	16	
Re, A.M., et al.	2014(2)	54	37,0%	Dyscalculie	Cut-off score	7	
Ribeiro, F.S., & Santos, F.H.	2020	44		Dyscalculie	Cut-off score	9	
Rodrigues, J., Jordan, N. C., & Hansen, N.	2019	517	54,0%	Rekenprobleem	Discrepantie t.o.v. de norm		Breuken
Rodriguez, I. A., et al.	2019	42	57,0%	Rekenprobleem	Mening leerkracht, Discrepantie t.o.v. de norm		
Sainio, P. J., et al.	2019	845	54,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	16	Rekenangst
Salihu, L., & Räsänen, P	2018	553	45,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	35	Lage SES
Salihu, L., Aro, M., & Räsänen, P.	2018	233	43,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	35	Taalmoeilijkheden

Salminen J., et al.	2015	47		Risico op rekenprobleem	Cut-off score	10	
Salminen, J. B., Koponen, T. K., & Tolvanen, A. J.	2018	438	51,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	16	Getalbegrip
Sari, M. H., & Olkun, S.	2020	26		Rekenprobleem	Cut-off score	25	
Schindler, M., Schovenberg, V., & Schabmann, A.	2020	20		Rekenprobleem	Cut-off score	11	Getal gevoel
Schwenck, C., et al.	2015	166	56,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	25	Geheugen, Gedrag
Shanley, L., et al.	2017	609	53,0%	Risico op rekenprobleem	Cut-off score	20, 43	
Shanley, L., et al.	2020	5	40,0%	Rekenprobleem	Mening leerkracht, Cut-off score	43	
Shanley, L., et al.	2021	621	46,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	43, 20	
Sharp, E., & Dennis, M.S.	2017	3	66,6%	Dyscalculie	Discrepantie t.o.v. de norm,	.	

					Deelname interventie			
Sood, S., & Jitendra, A.K.	2013	101	45,5%	Risico op rekenprobleem	Cut-off score	40	Lage SES	
Stegeman, K. C., & Grunke, M.	2014	75	52,0%	Risico op rekenprobleem	Cut-off score	30		Getal gevoel
Swanson, H. L.	2020	841	52,0%	Risico op rekenprobleem	Cut-off score	25		Werkgeheugen
Swanson, H.L.	2014	147	50,3%	Risico op rekenprobleem	Cut-off score	25		Procedurele componenten
Swanson, H.L.	2016	162	48,8%	Rekenprobleem	Cut-off score	35		Procedurele componenten
Swanson, H.L., et al.	2013	91	49,5%	Rekenprobleem	Cut-off score	25		Procedurele componenten
Swanson, H.L., et al.	2014	82	43,9%	Risico op rekenprobleem	Cut-off score	25		
Swanson, H.L., Lussier, C., & Orosco, M.	2013	120	45,8%	Risico op rekenprobleem	Cut-off score	25	Lage SES	Procedurele componenten
Swanson, H.L., Lussier, C.M., & Orosco, M.J.	2015	192	48,9%	Rekenprobleem	Cut-off score	25		Procedurele componenten

Swanson, H.L., Orosco, M.J., & Lussier, C.M.	2014	193	43,0%	Risico op rekenprobleem	Cut-off score	25		Procedurele componenten
Syah, N. E. M., et al.	2016	50		Rekenprobleem	Discrepantie t.o.v. de norm			
Szardenings, C., et al.	2018	279	54,0%	Dyscalculie	Cut-off score, Diagnose	16		Getalbegrip, Toegangstekort
Szucs, D., et al.	2013	12	92,0%	Dyscalculie	Cut-off score	16		Visualisatie en interpretatie van visueel-ruimtelijke representaties, Werkgeheugen
Tobia, V., et al.	2016	720	52,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	5		Getalbegrip, Werkgeheugen, Procedurele componenten
Tolar, T. D., et al.	2014(1)	813	51,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	25		Onthouden van rekenkundige feiten, Procedurele componenten
Tolar, T. D., et al.	2014(2)	813	51,0%	Dyscalculie	Cut-off score	10		
Toll, S. W. M., & Van, L. J. E. H.	2014	990	48,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	15	Taalmoeilijkheden	Werkgeheugen
Toll, S., Kroesbergen, E.,	2016	670	50,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	25		Getal gevoel, Werkgeheugen

& Van Luit, J. E. H. Van Garderen, D., Scheuermann, A., & Jackson, C.	2013	95	54,7%	Dyscalculie	Discrepantie t.o.v. IQ		
Van Lieshout, E.C.D.M., & Xenidou- Dervou, I.	2018	60	51,7%	Rekenprobleem	Mening leerkracht		
Wang, A. Y., et al.	2019	69	52,2%	Rekenprobleem	Cut-off score	22	Lage SES
Watts, G. W., Bryant, P. B., & Roberts, G. J.	2020	5	0,0%	Risico op rekenprobleem	Cut-off score	25	
Westenskow, A., Boyer- Thurgood, J., & Moyer- Packenham, P.S.	2015	25	43,0%	Rekenprobleem	Mening leerkracht		

Whitney, T., Hirn, R.G., & Lingo, A.S.	2016	3	0,0%	Rekenprobleem	Mening leerkracht, Twee jaar achterstand			Gedrag
Wong, T. T.-Y., Ho, C. S.-H., & Tang, J.	2014(1)	210	48,0%	Rekenprobleem			Lage SES	
Wong, T. T.-Y., Ho, C. S.-H., & Tang, J.	2014(2)	210	48,0%	Dyscalculie	Discrepantie t.o.v. de norm		Lage SES	Getal gevoel
Wong, T. TY, Ho, C. SH., & Tang, J.	2017(1)	211	48,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	25		Getalbegrip
Wong, T. TY, Ho, C. SH., & Tang, J.	2017(2)	211	48,0%	Dyscalculie	Cut-off score	10		Getalbegrip
Wong, T. TY., & Chan, W. W. L	2019(1)	210	48,0%	Rekenprobleem	Cut-off score	25		Getalbegrip
Wong, T. TY., & Chan, W. W. L	2019(2)	210	48,0%	Dyscalculie	Cut-off score	10		

Wu, T., et al.	2020	70	40,0%	Dyscalculie	Discrepantie t.o.v. de norm		
Xin, Y. P., et al.	2016	1	0,0%	Dyscalculie	Deelname interventie		
Xin, Y. P., et al.	2017	17	41,2%	Rekenprobleem	Mening leekracht, Cut-off score	35	Procedurele componenten
Xin, Y.P.	2018	3	33,3%	Dyscalculie	Deelname interventie		
Yayuk, E., Purwanto, As'ari, A. R., & Subanji	2020	110		Rekenprobleem			Procedurele componenten
Zhang, D., Xin, Y.P., & Si, L.	2013	3	66,6%	Dyscalculie	Diagnose, Mening leekracht		
Zhang, X., et al.	2020(1)	1.88	48,0%	Rekenprobleem	Op basis van rekenprestaties		Taalmoeilijkheden Visualisatie en interpretatie van visueel-ruimtelijke representaties, Onthouden van rekenkundige feiten
Zhang, X., et al.	2020(2)	1.88	48,0%	Dyscalculie	Discrepantie t.o.v. de norm		Taalmoeilijkheden Visualisatie en interpretatie van visueel-ruimtelijke

representaties, Onthouden
van rekenkundige feiten

Zhang, Y., & Zhou, X.	2016	142	45,8%	Rekenprobleem	Cut-off score	20
Zhu, N.	2015	150	42,0%	Dyscalculie	Cut-off score	25
Zubi, I. A., Peled, I., & Yarden, M.	2019	23		Rekenprobleem	Discrepantie t.o.v. de norm, Mening leerkracht	