

Vorbereidend rekenen bij kleuters en het verschil tussen jongens en meisjes

Maaïke Boot (3661377)

Renske Donderwinkel (3627489)

Babette Havenaar (3377423)

Universiteit Utrecht

Bachelorthesis

Pre-master Orthopedagogiek

Docent: Ilona van den Bos

Datum: 16 juni 2011

Samenvatting

Doelstelling: Over de verschillen tussen jongens en meisjes in rekenen bestaat consensus vanaf 7 jarige leeftijd. Met dit onderzoek worden de verschillen tussen jongens en meisjes in het voorbereidend rekenen onderzocht. **Methode:** 155 kinderen, waarvan 83 jongens en 72 meisjes tussen de 4;42 jaar en 7;00 jaar worden onderzocht naar de vaardigheden betreffende de mentale getallenlijn, het vergelijken van hoeveelheden en het tellen en optellen. **Resultaten:** op de vergelijkingstaken wordt onderscheid gemaakt tussen stippen- en getallentaken. Bij de stippentaken is er een significant verschil gevonden tussen jongens en meisjes, welke te beoordelen is als matig. Bij de getallentaken is er geen significant verschil gevonden. Er zijn hierbij ook geen significante verschillen gevonden in reactietijd. Bij de getallenlijntaken is ook onderscheid gemaakt tussen stippen en getallen. Het plaatsen van getallen op de getallenlijn liet een significant verschil zien tussen jongens en meisjes met een effectgrootte van 0,091. Dit is te beoordelen als een klein effect. De stippentaak liet geen significant verschil zien. Bij het tellen en optellen is beide geen significant verschil gevonden tussen jongens en meisjes. Wel bleek de kwaliteit van benoemen van cijfers een significante invloed te hebben op het optellen. Er blijkt echter geen significant verschil te zijn in kwaliteit van benoemen tussen jongens en meisjes. **Conclusie:** Er zijn verschillen in het niveau van jongens en meisjes op het voorbereidend rekenen. Meisjes scoren significant beter op de vergelijkingstaak van stippen en op het plaatsen van cijfers op de getallenlijn.

Sleutelwoorden: voorbereidend rekenen, sekseverschillen, mentale getallenlijn, vergelijken, (op)tellen.

Inleiding

Vorbereidend rekenen

Vorbereidend rekenen is een aspect dat veel aandacht heeft gekregen in het onderzoek naar rekenkundige vermogens van kinderen. Het begrip wordt in de literatuur ook wel gedefinieerd als 'vroege rekenvaardigheid' of 'getalbegrip' (Butterworth, 2005; Ramani&Siegler, 2008) en de definities van het begrip verschillen dan ook enigszins van elkaar. Er bestaat echter wel consensus over het belang van het voorbereidend rekenen voor de ontwikkeling van de latere reken- en wiskundevaardigheden van kinderen. Zo noemen Howell en Kemp (2010) getalbegrip als een 'voorwaarde voor rekenkundig

succes'. Tevens stelt Butterworth (2005) dat rekenkundige vaardigheden essentieel zijn voor het goed kunnen functioneren in de maatschappij.

Rekenvaardigheden worden al onderkend aanwezig te zijn in de babytijd. Baby's kunnen al onderscheid maken tussen verschillende hoeveelheden (Butterworth, 2005). Dit ontwikkelt zich tot rekenvaardigheid op latere leeftijd. In het onderzoek van Piaget (zoals geciteerd in Bryant en Nunes, 2002) wordt gesuggereerd dat de basis voor het ontwikkelen van rekenvaardigheid bij kinderen bestaat uit logisch denken, het leren van telssystemen en het hebben van een betekenisvolle context om rekenvaardigheid in te leren. Naast deze basis is het noodzakelijk om te kunnen vergelijken, classificeren en om getallen en reeksen te begrijpen (Bryant & Nunes, 2002).

Vanaf de basisschool worden in de voorbereidende rekenfase de fundamenteën gelegd voor het verdere rekenonderwijs. Kinderen leren de getallen via het 'triple code model' kennen. Dit model beschrijft de analoge code, de visuele code en de verbale code (Deheane, 2001). De analoge code betreft het bij benadering schatten van hoeveelheden, weergegeven in stippen, of het plaatsen van verschillende hoeveelheden stippen op een getallenlijn. Bij de visuele code worden cijfers met elkaar vergeleken, of worden cijfers op een getallenlijn geplaatst. De verbale code tot slot, omvat het opzeggen van een telrij. De ontwikkeling van de verschillende codes verloopt interactief, maar niet hiërarchisch (Campbell & Epp, 2004). Dit betekent dat de verschillende codes elkaar wel beïnvloeden, maar dat het niet vast ligt op welke volgorde dit verloopt. Zo kan het voorkomen dat kinderen de telrij al wel kunnen opzeggen, maar er geen visuele of analoge hoeveelheid aan gekoppeld kan worden. De spanning tussen deze codes zorgt ervoor dat ze elkaar verder ontwikkelen (Campbell & Epp, 2004).

De analoge en visuele code worden toegepast bij het vergelijken van hoeveelheden. Er worden hoeveelheden in de vorm van getallen maar ook van aantal voorwerpen vergeleken. Er zijn verschillende onderzoeken gedaan naar de ontwikkeling van analoge vergelijkingen. Het maken van onderscheid tussen 'meer' en 'minder' is een vermogen dat al bij baby's aanwezig lijkt te zijn. Starkey, Spelke & Gelman (1990) en Xu (2003) lieten in hun onderzoek naar baby's middels een habituatietaak plaatjes zien van een aantal objecten. Wanneer het aantal objecten op een plaatje verschilde van het aantal objecten op het plaatje ervoor, keken de baby's langer naar het nieuwe plaatje. De baby's bleken in staat om onderscheid te maken tussen de verschillende aantallen stippen wanneer het een verhouding van minimaal 1:2 betrof. Meer recent onderzoek onder kinderen van drie, vier, vijf en zes jaar oud en volwassenen laat zien dat kinderen van drie jaar oud onderscheid kunnen maken tussen nummers met een verhouding van minimaal 3:4. Kinderen van zes jaar oud kunnen dit al bij een verhouding van minimaal 5:6. Ter vergelijking: voor volwassenen is deze verhouding 10:11 (Halberda & Feigenson,

2008). Deze bevindingen laten zien dat het vermogen om onderscheid te maken tussen 'meer' en 'minder' al vroeg aanwezig is, maar dat dit zich nog sterk blijft ontwikkelen naarmate een kind ouder wordt. Een onderzoek van Wilson, Revkin, Cohen, Cohen en Dehaene (2006) laat zien dat dit vermogen tevens positief te beïnvloeden is door het geven van een intensieve training in het vergelijken van hoeveelheden. Hieruit blijkt verder dat het trainen van dit vermogen leidt tot een verbeterd getalbegrip (Butterworth, 2005; Howell & Kemp, 2010). In tegenstelling tot het onderzoek naar de ontwikkeling van de analoge code, is er weinig onderzoek gedaan naar het vergelijken van hoeveelheden middels de visuele code. Dit onderzoek zal hier meer duidelijkheid over scheppen.

Dezelfde aspecten van het 'triple code model' worden bij de mentale getallenlijn aangesproken. De visuele code plaatst getallen op de mentale getallenlijn, en de analoge code doet dit met hoeveelheden uitgedrukt in voorwerpen, zoals stippen. De mentale getallenlijn ontstaat rond de leeftijd van zes jaar. Er kan nu door middel van kennis van 'meer' en 'minder' en het tellen van objecten een plaats worden gegeven aan getallen op de mentale getallenlijn. De mentale getallenlijn beslaat kennis van geschreven getallen, woorden van getallen, welke de visuele code betreffen. De analoge code wordt gerepresenteerd door het kunnen aanwijzen van objecten gedurende het tellen en kennis van kardinale set waarden (Aunio, Hautamäki & Van Luit, 2005).

Het schatten van hoeveelheden is van groot belang voor het plaatsen van getallen op een getallenlijn. Deze hoeveelheden kunnen symbolisch en non-symbolisch weergegeven zijn. Uit onderzoek is gebleken dat kinderen er jaren over doen om symbolische getallen te leren gebruiken, terwijl mensen al vanaf jonge leeftijd non-symbolische hoeveelheden begrijpen (Butterworth, 2005). De kwaliteit van de analoge code in combinatie met de mentale getallenlijn is op de kleuterleeftijd hoger dan de visuele code.

De manier waarop jonge kinderen getallen aangeven op een getallenlijn blijkt het begrijpen van hoofdgetallen en rangrelaties te reflecteren (Pettito, 1990). Uit een onderzoek van Gilmore, McCarthy en Spelke (2010) kwam naar voren dat de prestaties op non-symbolische rekentaken zijn gerelateerd aan het leren gebruiken van getallen in de vorm van woorden en symbolen. Het onderzoek van Siegler & Booth (2004) gebruikt getallenlijntaken om het schatten te meten. Hieruit is gebleken dat kinderen uit de kleuterklas de getallenlijn als logaritmisch zien. Dit betekent dat afstand tussen grote getallen niet goed herkend wordt waardoor er een logaritmische mentale getallenlijn ontstaat. Gedurende de schooltijd vordert, verschuift het zien van de getallenlijn als logaritmisch naar een steeds meer lineaire getallenlijn. Er is nu een reëel besef over de waarde van getallen. Uit het onderzoek blijkt tevens dat het schatten van getallen op de getallenlijn verbetert door ervaring met het doen van de taken. Volgens Pettito (1990)

wordt dit verschil gekenmerkt door het verwerven van een verbeterd telvermogen en door het beter toe kunnen passen van strategieën in een opdracht.

De analoge code wordt gekoppeld aan de verbale code bij het hardop tellen. De verbale code wordt verder gebruikt bij het optellen van bijvoorbeeld stippen of getallen. Er wordt inhoud aan de getallen/stippen gegeven en bewerkingen worden uitgevoerd. Volgens de telprincipes van Gelman en Gallistel (1978) begint de hiërarchische ontwikkelingslijn van het tellen met het opzeggen van de telrij. De getallen moeten vervolgens in de goede volgorde geplaatst kunnen worden. Hierop volgt het synchroon tellen. Bij elk object hoort één getal. Ook wel het een-op-een principe genoemd. Vervolgens moeten de kinderen beseffen dat het laatst genoemde getal staat voor de hoeveelheid; het resultaatief tellen. Uiteindelijk zullen de kinderen begrijpen dat het niet uitmaakt wat er wordt geteld en op welke volgorde dit gebeurt (Gelman&Gallistel, 1978). Wanneer dit getalbegrip aanwezig is, kunnen bewerkingen met deze getallen worden uitgevoerd. Ook hierin is een fasering te herkennen. Bij een optelsom, bijvoorbeeld '3+6', zullen in eerste instantie alle getallen één voor één geteld worden, waardoor het kind vanaf de een tot de negen telt. Vervolgens zal het kind leren bij het eerste getal te beginnen. Er zal vanaf drie verder worden geteld naar negen. Hierop volgend zal het kind beginnen bij het grootste getal en dan doortellen tot het antwoord. Uiteindelijk zal de som een rekenfeit worden voor het kind en is het antwoord in het lange termijngeheugen opgeslagen. De som is geautomatiseerd (Gersten, Jordan & Flojo, 2005; Butterworth, 2005). De kwaliteit van het tellen heeft een voorspellende waarde voor de verdere rekenontwikkeling (Aunola, Leskinen, Lerkkanen, & Nurmi, 2004). Vanuit het hiërarchische gedachtegoed verklaren Gersten en Chard (1999) wanneer het tellen goed geautomatiseerd is er meer complexere problemen opgelost kunnen worden. Daarnaast is de kwaliteit van het kunnen opzeggen van de telrij een indicator voor de werking van het werkgeheugen. De juistheid van het terughalen van de rekenfeiten heeft ook invloed op de competentiebeleving van het kind. Doordat het kind succeservaringen opdoet, zal het meer zelfvertrouwen krijgen en daardoor eerder een beroep doen op het ophalen van kennis in plaats van de som uit te rekenen via een indirecte route (Lemaire & Siegler, 1995). Geconcludeerd kan worden dat de kwaliteit van de verbale code een indicator is van de kwaliteit van het werkgeheugen, en een voorspellende waarde heeft voor de kwaliteit van de verdere rekenontwikkeling.

Sekseverschillen

Er zijn verschillende onderzoeken naar de verschillen tussen jongens en meisjes op het gebied van de vroege ontwikkeling van het rekenen. De uitkomsten verschillen echter veel. Bij Chinese en Finse kleuters in de leeftijd van 4 tot 7 jaar werd onderzoek gedaan naar getalbegrip. Uit de resultaten kwam naar voren dat er geen verschillen

waren in het aantal juiste antwoorden tussen jongens en meisjes op het gebied van getalbegrip (Aunio et al., 2006). Onderzoek van Howell en Kemp (2010) en Carr, HettingerStreiner, Kyser, en Biddlecomb (2007) kwamen tot eenzelfde conclusie. Echter liet onderzoek van Jordan, Kaplan, Nabors Ola'h, & Locuniak (2006) zien dat bij kinderen tussen 4 en 7 jaar meisjes hoger scoren in rekenvaardigheid. Na deze periode verandert dit en scoren de jongens blijvend hoger dan de meisjes. Waar deze ommekeer door veroorzaakt wordt is nog niet duidelijk (Leahey & Guo, 2001). Jordan, Hanich, en Kaplan (2003) geven als mogelijke oorzaak dat jongens door de omgeving meer gestimuleerd worden dan meisjes in wiskundige taken. Volgens Entwisle & Baker (1983) scoren jongens al in de kleuterjaren beter dan meisjes op rekenvaardigheden. Dit zou veroorzaakt worden door socialisatieprocessen op jonge leeftijd. Ouders verwachten van jongens hogere prestaties in rekenvaardigheid dan bij meisjes, waardoor jongens zelf ook hogere verwachtingen hebben van hun rekenvaardigheid en daardoor zelfverzekerder zijn dan meisjes. Geconcludeerd kan worden dat er veel onduidelijkheid is over niveauverschillen tussen jongens en meisjes in de kleuterleeftijd.

Een tweede opvallend punt is dat de hiervoor genoemde conclusie geldt voor de algemene uitkomsten, zoals het aantal juiste antwoorden van jongens en meisjes. Echter, de meeste studies hebben in hun onderzoek tevens gekeken naar verschillen in strategiegebruik tussen jongens en meisjes. Hieruit komt naar voren dat op dit gebied duidelijke verschillen te ontdekken zijn, juist op jonge leeftijd. Zo blijkt dat meisjes bij het voorbereidend rekenen in sterke mate gebruik maken van 'manipulatiestrategieën' zoals het tellen op de vingers. Hierbij wordt het werkgeheugen actief gebruikt. Jongens daarentegen maken significant meer gebruik van het terughalen van kennis uit het lange termijngeheugen om problemen en sommen op te lossen (Aunio et al., 2006; Carr & Davis, 2001; Carr, HettingerStreiner, Kyser, & Biddlecomb, 2007; Davis & Carr, 2002; Penner & Paret, 2007).

Er is tot op heden nog geen onderzoek gedaan naar sekseverschillen gericht op de onderdelen van het 'triple code model'.

Onderzoeksopzet

In dit onderzoek zullen de verschillende rekenvaardigheden passend bij de analoge, visuele en verbale code worden onderzocht en wordt er gekeken of hierbij verschillen zichtbaar zijn tussen jongens en meisjes. Dit geeft meer inzicht in deelvaardigheden van het voorbereidend rekenen en geeft concreter aan waar eventuele verschillen zichtbaar zijn tussen jongens en meisjes. In de toekomst kan dit aanzetten tot verder onderzoek in deze richting. Naast deze wetenschappelijke relevantie is het in praktische zin betekenisvol om hier meer informatie over te verkrijgen, zodat de leerkrachten weten of de grondslag van enig niveauverschil gekoppeld kan zijn aan de

seks. De leerkrachten kunnen dan inspelen op eventuele niveauverschillen op basis van geslacht. Dit past binnen het adaptieve onderwijs waarin de leerkracht altijd uitgaat van niveauverschil en hier de instructie en begeleiding op aanpast (Houtveen & van de Grift, 2001). Eventuele conclusies moeten met enige voorzichtigheid worden benaderd, omdat kinderen op basis van vooroordelen over seks niet aan een bepaalde benaderwijze mogen worden toegewezen. Dit kan nadelig zijn voor de ontwikkeling, doordat er bijvoorbeeld een te laag verwachtingspatroon ontstaat.

Deze studie zal zich richten op drie deelvragen, welke voortkomen uit het 'triple code model'. De eerste deelvraag luidt; 'Bestaat er een verschil tussen jongens en meisjes als het gaat om het vergelijken van hoeveelheden als aspect van het voorbereidend rekenen?'. Hierbij worden zowel symbolische als non-symbolische vergelijkingstaken meegenomen. Op deze manier kan tevens worden onderzocht of hier onderscheid in te vinden is. Ook zal hier de reactietijd opgenomen worden in het onderzoek om het effect van strategieverschillen tussen jongens en meisjes vast te kunnen stellen. Uit de eerder beschreven onderzoeken komt naar voren dat er op de leeftijd van 5 tot 6 jaar alleen verschillen tussen jongens en meisjes in het strategiegebruik te zien zijn, en niet zozeer in hun resultaten (Aunio et al., 2006; Carr & Davis, 2001; Carr et al., 2007; Davis & Carr, 2002; Penner & Paret, 2007). Toch is de verwachting dat door het meer efficiënte strategiegebruik van jongens deze snellere en betere antwoorden zullen geven dan meisjes. De tweede deelvraag luidt: 'Bestaat er een verschil tussen jongens en meisjes in de kwaliteit van de mentale getallenlijn als aspect van voorbereidend rekenen?'. Ook hierbij worden zowel symbolische als non-symbolische schattaken meegenomen, zodat ook hier de uitkomsten vergeleken kunnen worden. De laatste deelvraag luidt; 'Bestaat er een verschil tussen jongens en meisjes als het gaat om tellen en optellen als aspect van voorbereidend rekenen?'. Hierbij wordt tevens nagegaan of het kunnen benoemen van getallen een voorwaarde is voor het kunnen optellen.

Methode

Participanten

155 kinderen nemen deel aan dit onderzoek, waaronder 83 jongens en 72 meisjes. De gemiddelde leeftijd is 5;07 jaar. De leeftijden liggen tussen de 4;05 jaar en 7;00 jaar. De leeftijden zijn gelijk verdeeld over jongens en meisjes. De participanten krijgen les op scholen die random geselecteerd zijn. De scholen zijn gelegen in zowel dorpen als steden. De ouders van alle deelnemende kinderen hebben toestemming gegeven voor het deelnemen van hun kind aan het onderzoek.

Instrumenten

Non-symbolische vergelijkingstaak: Dit instrument meet het vermogen van kinderen om hoeveelheden in de vorm van stippen te vergelijken. Dit wordt gedaan door middel van het tonen van twee groepen stippen waarbij het aantal varieert tussen één en negen stippen (Barth et al., 2006; Gebuis, Kadosh & de Haan, 2008). De afmetingen van de stippen variëren, om respons op basis van non-numerieke eigenschappen te voorkomen. De bedoeling van de test is dat kinderen aantonen onderscheid tussen de groepen stippen te kunnen maken. De kinderen drukken op de linker of rechter knop van een set respons boxen om de groep met de meeste stippen aan te duiden.

De test bestaat uit 26 items die elk vooraf worden gegaan door een geluid. Dit geluid is bedoeld om het kind zich opnieuw op de taak te laten focussen. 1500ms na het horen van het geluid verschijnen de twee groepen stippen op het scherm, om na 840ms weer te verdwijnen. Dit om te voorkomen dat de kinderen de verschillende groepen stippen kunnen tellen. De maximale tijd om antwoord te geven is vijf seconden.

Symbolische vergelijkingstaak. Dit instrument meet het vermogen van kinderen om getallen met elkaar te vergelijken. Dit wordt gedaan doormiddel van het tonen van twee cijfers, die variëren tussen één en negen (Laski & Siegler, 2007). De bedoeling van de test is dat kinderen aantonen onderscheid tussen de cijfers te kunnen maken. De kinderen drukken op de linker of rechter knop van een set response boxen om het hoogste cijfer aan te duiden.

De test bestaat uit 26 items die elk vooraf worden gegaan door een geluid. Dit geluid is bedoeld om het kind zich opnieuw op de taak te laten focussen. 1500ms na het horen van het geluid verschijnen de twee cijfers op het scherm. De cijfers verdwijnen pas na het geven van een antwoord door het kind. De maximale tijd om antwoord te geven is vijf seconden.

In de meeste onderzoeken worden geen vermeldingen gedaan over de psychometrische kwaliteiten van de gebruikte taken. Wel worden vergelijkingstaken met behulp van stippen gebruikt bij verschillende onderzoeken naar het vermogen tot het vergelijken van hoeveelheden (Gebuis, Kadosh & De Haan, 2008; Laski & Siegler, 2007).

Tevens laat het onderzoek van Laski en Siegler (2007) zien dat individuele verschillen in uitkomsten op drie verschillende taken omtrent (non-) symbolische vergelijking hoog correleren, waardoor de mogelijkheid tot generalisatie groter wordt.

Non-symbolische getallenlijntaak. Deze taak meet het vermogen van een kind om een hoeveelheid te beoordelen en deze te plaatsen op een getallenlijn. In deze taak worden druppels gebruikt om hoeveelheden aan te geven. Er wordt een horizontale lijn aan het kind gepresenteerd met een aan de linker kant één druppel en aan de rechter kant 100 druppels. Dit is de basis voor 22 items. Bij elk item wordt er een andere hoeveelheid druppels getoond, waarvan het kind de plaats op de getallenlijn moet

aanwijzen. De testassistent voert de plaats in op de computer door een balkje te verslepen met de muis. De scores worden vergeleken met de lineaire lijn die staat voor de goede antwoorden (Geary, Hoard, Nugent, & Byrd-Craven, 2008). Vervolgens wordt gekeken in hoeverre de scores van het kind correleren met deze lineaire lijn. Hoe minder er afgeweken wordt, hoe beter de score.

Getallenlijntaak. Deze taak meet het vermogen van een kind om de waarde van een cijfer te beoordelen en deze te plaatsen op een getallenlijn. In deze taak worden cijfers gebruikt om hoeveelheden aan te geven. Er wordt een horizontale lijn aan het kind gepresenteerd met een aan de linker kant het cijfer '1' en aan de rechter kant het cijfer '100'. Dit is de basis voor 22 items. Bij elk item wordt er een ander cijfer getoond, waarvan het kind de plaats op de getallenlijn moet aanwijzen. De testleider voert de plaats in op de computer door een balkje te verslepen met de muis. De scores worden vergeleken met de lineaire lijn die staat voor de goede antwoorden (Geary et al., 2008). Vervolgens wordt gekeken in hoeverre de scores van het kind afwijken van deze lineaire lijn. Hoe minder er afgeweken wordt, hoe beter de score.

Er is weinig onderzoek gedaan naar psychometrische kwaliteiten van getallenlijntaken. Wel wordt deze vorm van testen veel gebruikt in verschillende onderzoeken (Geary et al., 2008; Siegler & Booth, 2004). Doordat kennis van meeteenheden niet noodzakelijk is bij het plaatsen van getallen op een getallenlijn, is dit een relatief pure vorm van het meten van schatten (Siegler & Booth, 2004). De manier waarop jonge kinderen getallen aangeven op een getallenlijn blijkt het begrijpen van hoofdgewichten en rangrelaties te reflecteren (Pettito, 1990).

Utrechtse Getalbegriptoets – Revised. De test meet de telvaardigheden van kinderen (Van Luit & Van de Rijt, 2009). Deze wordt onderverdeeld in negen onderdelen, waarvan de volgende vier onderdelen in dit onderzoek worden gebruikt: Telwoorden gebruiken, synchroon en verkort tellen, resultaatief tellen, en toepassen van kennis van getallen. Elk van deze subschalen bevat vijf items. De onderdelen vergelijken, hoeveelheden koppelen, één-één correspondentie, ordenen en schatten zullen voor dit onderzoek niet worden gebruikt, omdat ze een ander aspect van de voorbereidende rekenvaardigheid meten dan het tellen en optellen.

Verschillende onderzoeken wijzen uit dat de Utrechtse getalbegriptoets (UGT-R) een betrouwbaar instrument is (Kroezen, Kluter, Bos en Van de Rijt, 2010). De cronbach's alfa komt meestal uit tussen de de .84 en .94. Daarnaast blijkt de UGT ook constructvalide te zijn om de ontwikkeling van het voorbereidende rekenen te kunnen meten (Van de Rijt, Van Luit, Penning, 1999). Hoewel het hier de vorige editie van de UGT betreft, is de vernieuwde versie (UGT-R) nog in voldoende mate te vergelijken met de oude versie.

Uit onderzoek van Bessler en Van Luit (2010) blijkt dat de vaardigheidsscore van de UGT-R toets een voorspellende waarde geeft over latere rekenprestaties. Deze predictieve validiteit lijkt voldoende tot ruim voldoende te zijn. Hieruit kan afgeleid worden dat de psychometrische kwaliteiten van de UGT-R toets in orde zijn.

Benoemen van getallen. In deze taak krijgt het kind alle cijfers één tot en met negen gepresenteerd op het scherm. De cijfers worden in semi-willekeurige volgorde en eenmalig weergegeven. Het kind wordt gevraagd deze getallen zo snel mogelijk te benoemen. Zowel de accuratesse als de reactietijd van het antwoorden op de 9 items wordt opgenomen.

Optellen. In deze taak wordt de kinderen gevraagd twee getallen tussen de één en negen op te tellen. Zowel de accuratesse als de reactietijd van het antwoorden op de 15 items wordt opgenomen.

Het onderdeel 'optellen' is te vergelijken met de Tempo Test Rekenen (TTR). Over de TTR bestaan veel twijfels. Dit betreft vooral de manier waarop de behaalde score wordt beoordeeld (De Vos, 1992). Er wordt een didactische leeftijdsequivalent bepaald en hierdoor beoordeelt COTAN de normen als onvoldoende. Daarnaast is de betrouwbaarheid en de begripsvaliditeit beperkt, waardoor ook deze als onvoldoende worden beoordeeld. Aan de hand van de uitkomsten van de TTR wil men geen voorspellingen doen. Op deze manier is er geen sprake van de criteriumvaliditeit en is deze ook onvoldoende (Evers et al., 2002). De vergelijking moet wel met enige voorzichtigheid moet worden gemaakt, omdat de testen niet geheel vergelijkbaar zijn.

Procedure

De testassistent vestigde zich in een rustige ruimte en bracht de ruimte en benodigheden in gereedheid. In overleg met de leerkracht werd het kind op een gunstig tijdstip uit de klas gehaald. Het kind nam samen met de testassistent plaats achter de laptop. De testassistent zat rechts van het kind, tenzij de testassistent linkshandig was. Bij de UGT-R zat de testassistent altijd aan de rechterkant. Aan het kind werd verteld dat er spelletjes gespeeld zouden worden. Er werd benadrukt dat sommige spelletjes lastig zouden zijn voor het kind. De testassistent zorgde er door verbale beloning voor dat het kind zich competent bleef voelen. De spelletjes werden verdeeld over drie sessies, waarbij binnen elke sessie vijf spelletjes werden gespeeld. De sessies duurden ongeveer 30 minuten. Elk kind kreeg na elke sessie een sticker. Niet alle spelletjes die met de kinderen gedaan zijn, worden gebruikt binnen dit onderzoek. De testafname was onderdeel van een groter onderzoek.

Resultaten

De drie verschillende hypothesen worden onderzocht. Voor alle drie de deelvragen geldt

dat er onderzocht wordt met een tweezijdige *t*-toets met $\alpha = ,05$. De voorwaarden voor het uitvoeren van een *t*-toets zijn gecontroleerd en aan elk van deze voorwaarden is voldaan.

Tabel 1. *Beschrijvende statistieken*

	meisje			jongen		
	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Vergelijkingstaak stippen; goed/fout	68	21,650	3,065	81	20,380	3,652
Vergelijkingstaak stippen; reactietijd	71	1276,191	388,410	83	1308,390	403,166
Vergelijkingstaak getallen; goed/fout	64	28,230	2,787	79	27,270	3,771
Vergelijkingstaak getallen; reactietijd	71	1743,468	481,466	83	1595,941	471,256
Getallenlijntaak stippen	70	0,493	0,210	80	0,585	0,255
Getallenlijntaak getallen	65	0,799	0,101	79	0,762	0,142
Teltaak (UGT)	72	10,820	4,362	83	11,190	4,530
Opteltaak	69	4,880	5,048	81	5,570	5,554
Benoemen	71	8,590	0,919	83	1,167	0,128

Vergelijkingstaken

De eerste deelvraag: 'Bestaat er een verschil tussen jongens en meisjes als het gaat om het vergelijken van hoeveelheden als aspect van het voorbereidend rekenen?' wordt onderzocht. Er wordt verwacht dat er een verschil in tellen en optellen tussen jongens en meisjes is. In statistische termen ziet de hypothese er als volgt uit: $H_0: \mu_{\text{meisjes}} = \mu_{\text{jongens}}$ en $H_1: \mu_{\text{meisjes}} \neq \mu_{\text{jongens}}$. Bij de analyse is gekeken naar zowel het aantal juiste en onjuiste antwoorden dat door de kinderen gegeven is, als naar hun reactietijd op de correcte antwoorden.

Symbolische vergelijkingstaken. Allereerst zijn de resultaten geanalyseerd van het aantal correct gegeven antwoorden door jongens en meisjes op vergelijkingstaken met stippen (zie Tabel 1). Bij het analyseren van de resultaten zijn uitbijters gevonden. Er is gecontroleerd welk effect het had wanneer deze niet werden meegenomen in de analyse.

Wanneer de uitbijters niet worden meegenomen in de analyse ontstond er een significant verschil tussen jongens en meisjes in de cijfertaken en de t-waarde steeg aanzienlijk in de analyse van de stippentaak (namelijk van 1,790 naar 2,263). Er is hierbij gekeken naar overeenkomsten tussen de uitbijters die dit verschil zouden kunnen verklaren, maar er bleek geen duidelijke overeenkomst tussen de uitbijters te zijn. Op basis van het gevonden verschil in de uitkomst van de t-toets is besloten de uitbijters toch te verwijderen.

Hiermee bestaat er een marginaal significant verschil tussen jongens en meisjes op het aantal correcte antwoorden op vergelijkingstaken met stippen, $t(147) = 2,263$; $p = ,025$; $d = 0,373$. Dit is een matig effect.

Vervolgens is gekeken naar het verschil in reactietijd tussen jongens en meisjes op vergelijkingstaken met stippen (zie Tabel 1). Er wordt hierbij geen significant verschil gevonden tussen jongens en meisjes, $t(149,839) = -0,504$; $p = ,615$; $d = -0,08$. Dit is een klein effect.

Bij het analyseren van de resultaten zijn uitbijters gevonden. Er is gecontroleerd welk effect het had wanneer deze niet werden meegenomen in de analyse.

Wanneer de uitbijters niet worden meegenomen in de analyse wordt nog steeds geen significant verschil gevonden tussen jongens en meisjes in reactietijd op de vergelijkingstaken met stippen en de t-waarde laat hierbij geen stijging zien (-0,666 na het verwijderen van de uitbijters). Om deze reden is besloten dat het geen meerwaarde heeft hier de uitbijters uit de analyse weg te laten.

Non-symbolische vergelijkingstaken. Vervolgens zijn de resultaten geanalyseerd van het aantal correct gegeven antwoorden door jongens en meisjes op vergelijkingstaken met getallen (zie Tabel 1). Bij het analyseren van de resultaten zijn uitbijters gevonden. Er is gecontroleerd welk effect het had wanneer deze niet werden meegenomen in de analyse.

Wanneer de uitbijters niet worden meegenomen in de analyse naderde het verschil tussen jongens en meisjes in de getallentaken de significantie en de t-waarde steeg aanzienlijk in de analyse van de getallentaak (namelijk van 0,633 naar 1,710). Er is hierbij gekeken naar overeenkomsten tussen de uitbijters die dit verschil zouden kunnen verklaren, maar er bleek geen duidelijke overeenkomst tussen de uitbijters te zijn. Op basis van het gevonden verschil in de uitkomst van de t-toets is besloten de uitbijters toch te verwijderen. Hiermee bestaat er een marginaal significant verschil tussen jongens en meisjes op het aantal correcte antwoorden op vergelijkingstaken met getallen, $t(141) = 1,710$; $p = ,089$; $d = 0,288$. Dit is een klein effect.

Tot slot is gekeken naar de reactietijd bij het aantal correct gegeven antwoorden door jongens en meisjes op vergelijkingstaken met getallen (zie Tabel 1). Er wordt hierbij

geen significant verschil gevonden tussen jongens en meisjes, $t(147,297) = 1,914$; $p = ,058$; $d = 0,315$. Dit is een matig effect.

Bij het analyseren van de resultaten zijn uitbijters gevonden. Er is gecontroleerd welk effect het had wanneer deze niet werden meegenomen in de analyse.

Wanneer de uitbijters niet worden meegenomen in de analyse wordt nog steeds geen significant verschil gevonden tussen jongens en meisjes in reactietijd op de vergelijkingstaken met stippen en de t -waarde laat hierbij zelfs een daling zien (1,484 na het verwijderen van de uitbijters). Om deze reden is besloten dat het geen meerwaarde heeft hier de uitbijters uit de analyse weg te laten.

Getallenlijntaken

De tweede deelvraag: 'Bestaat er een verschil tussen jongens en meisjes in de kwaliteit van de mentale getallenlijn als aspect van voorbereidend rekenen?' wordt onderzocht. Er wordt verwacht dat er een verschil in scores op getallenlijntaken tussen jongens en meisjes is. In statistische termen ziet de hypothese er als volgt uit: $H_0: \mu_{\text{meisjes}} = \mu_{\text{jongens}}$ en $H_1: \mu_{\text{meisjes}} \neq \mu_{\text{jongens}}$.

Symbolische getallenlijntaken. In Tabel 1 zijn de beschrijvende statistieken weergegeven van de steekproef. Er zijn vier uitbijters verwijderd omdat deze van te grote invloed zijn op de t -waarde van de toets.

Jongens en meisjes verschillen niet significant in de stippentaak wanneer de uitbijters worden uitgesloten van de analyse, $t(139,189) = 0,535$; $p = ,073$; $d = 0,091$. Dit is een zeer zwak effect.

Non-symbolische getallenlijntaken. Voor het verschil in cijfertaken wordt tevens een t -toets uitgevoerd. De beschrijvende statistieken staan in Tabel 1. Op de cijfertaken zijn tien uitbijters verwijderd uit de analyse omdat deze een te grote invloed hebben op de t -waarde van de toets.

Er wordt een significant verschil gevonden tussen jongens en meisjes in de cijfertaak na verwijdering van uitbijters, $t(148) = -2,580$; $p = ,011$. $d = -0,424$. Dit is een zwak effect.

Tellen en Optellen

De laatste deelvraag: 'Bestaat er een verschil tussen jongens en meisjes als het gaat om tellen en optellen als aspect van voorbereidend rekenen?' wordt onderzocht. Er wordt verwacht dat er een verschil in tellen en optellen tussen jongens en meisjes is. In statistische termen ziet de hypothese er als volgt uit: $H_0: \mu_{\text{meisjes}} = \mu_{\text{jongens}}$ en $H_1: \mu_{\text{meisjes}} \neq \mu_{\text{jongens}}$. Naast een onafhankelijke t -toets wordt er voor de opteltaken gebruik gemaakt van 'het benoemen van getallen' als covariaat. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de ANCOVA.

Teltaak UGTA. Om het verschil tussen jongens en meisjes te onderzoeken

betreffende het tellen zijn er beschrijvende statistieken weergegeven van de uitkomsten van de UGTA. Deze zijn zichtbaar in Tabel 1.

Er is een *t*-toets uitgevoerd om na te gaan of er een significant verschil is in de score op de tel-items tussen jongens en meisjes. Hieruit blijkt dat er geen significant verschil tussen de sekse in het tellen als aspect van het voorbereidend rekenen is, $t(151,322) = -,522$; $p = ,602$; $r = 0,042$. Dit is een klein effect.

Optellen. Voor het verschil tussen jongens en meisjes in optellen worden allereerst opnieuw beschrijvende statistieken uitgevoerd, weergegeven in Tabel 1.

Opnieuw wordt een *t*-toets uitgevoerd om na te gaan of de verschillen tussen jongens en meisjes op de opteltaak significant zijn. Opnieuw is er geen significant verschil zichtbaar tussen jongens en meisjes, $t(147,358) = -,790$; $p = ,431$; $r = 0,065$. Dit is een klein effect.

Er wordt echter verwacht dat het kunnen benoemen van getallen een voorwaarde is voor het kunnen optellen. Om deze reden zal 'benoemen van getallen' als covariaat meegenomen worden tijdens het uitvoeren van de ANCOVA.

Tabel 2. ANCOVA

	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	ξ^2
Gecorrigeerd model	373,606	2	186,803	7,142	0,001	0,089
Intercept	115,671	1	115,671	4,423	0,037	0,029
Score op benoemen	356,181	1	356,181	13,618	0,000	0,085
Sekse	34,693	1	34,693	1,326	0,251	0,009
Error	3844,768	147	26,155			

In Tabel 2 zijn de uitkomsten van dit onderzoek zichtbaar. Hieruit is af te leiden dat de invloed van de score op het benoemen van getallen op de optelvaardigheden significant is, $F(1, 147) = 13,618$; $p < ,001$; $\xi^2 = 0,085$. Dit is een middelmatig effect.

Verskil in de optelvaardigheden tussen jongens en meisjes, gecorrigeerd voor de score op het benoemen van getallen, is niet significant, $F(1, 147) = 1,326$; $p = ,251$; $\xi^2 = 0,009$. Dit is een klein effect.

Conclusie

Concluderend zou gezegd kunnen worden dat niet alle taken een verschil tussen jongens en meisjes in rekenvaardigheid aanduiden. Als er wel een verschil werd gevonden was deze in het voordeel van de meisjes. De hoofdvraag: 'Is er een verschil in voorbereidend rekenen tussen jongens en meisjes' kan beantwoordt worden met 'ja'. Er bestaat een verschil in het voordeel van de meisjes op de vergelijkingstaak met stippen en op de ge-

tallenlijntaak met cijfers, maar op andere taken zijn er geen verschillen te vinden tussen jongens en meisjes. Dit betekent voor het 'triple code model' dat er sekseverschillen zijn gevonden bij aspecten van de analoge en visuele code, maar niet bij de verbale code.

Discussie

De resultaten die zijn voortgekomen uit dit onderzoek komen grotendeels overeen met eerdere studies. Zo laten studies van Aunio et al. (2006), Howell en Kemp (2010) en Carr et al. (2007) zien dat er geen verschil bestaat tussen jongens en meisjes op het gebied van getalbegrip. Onderzoek van Jordan et al. (2006) liet echter zien dat bij kinderen tussen 4 en 7 jaar meisjes hoger scoren in rekenvaardigheid, overeenkomend met bevindingen in dit huidige onderzoek. Over sekseverschillen op de verschillende componenten van het 'triple code model' met betrekking tot voorbereidend rekenen was tot op heden nauwelijks onderzoek gedaan. Aunio et al. (2006) hebben in hun studie wel het vergelijken en organiseren van hoeveelheden en telvaardigheden meegenomen. Ook de studie van Jordan et al. (2006) waar, evenals in de huidige studie, wel verschillen werden gevonden tussen jongens en meisjes, onderzoekt aspecten die eveneens voorkomen in het triple code model, namelijk: tellen, kennis van nummers en schatten. Echter, deze laatste studie gebruikt hiervoor een tweedimensionaal model. De huidige studie geeft meer inzicht in de aspecten van het voorbereidend rekenen, gezien vanuit het triple code model.

Opvallend aan het huidige onderzoek is dat er verschillen in het voordeel van de meisjes zijn gevonden bij het vergelijken met stippen, maar dat bij de getallenlijntaak meisjes juist hoger scoorden op de taken met cijfers. Hoe deze verschillen te verklaren zijn is moeilijk te zeggen. Aunio et al. (2006) schrijven hun resultaten over de gevonden verschillen tussen de aspecten van voorbereidend rekenen onder meer toe aan culturele en leeftijdsverschillen. De onderzoekers geven echter geen verklaring voor de verschillen in sekse die gevonden zijn. Er zijn studies waarbij wel mogelijke verklaringen over sekseverschillen met betrekking tot het voorbereidend rekenen worden gerapporteerd. Deze schrijven de verschillen onder meer toe aan socialisatieprocessen op jonge leeftijd en verschillen in strategiegebruik tussen jongens en meisjes (Aunio et al., 2006; Carr & Davis, 2001; Carr, Hettinger-Streiner, Kyser, & Biddlecomb, 2007; Davis & Carr, 2002; Entwisle & Baker, 1983; Penner & Paret, 2007). Dat meisjes beter scoren op de vergelijkingstaak waarbij gebruik gemaakt wordt van stippen zou dan ook te verklaren kunnen zijn door het feit dat meisjes hierbij een andere strategie gebruiken dan jongens (Aunio et al., 2006; Carr & Davis, 2001; Carr et al., 2007; Davis & Carr, 2002; Penner & Paret, 2007). Het zou bijvoorbeeld zo kunnen zijn dat meisjes sneller geneigd zijn de stippen te gaan tellen, terwijl jongens een directe vergelijking maken van de twee groepen stippen. Wellicht levert deze laatste methode een minder goed resultaat op.

Verder onderzoek zou hier echter op zijn plaats zijn.

Te weinig is nog bekend over sekseverschillen bij getallenlijntaken en eventuele verklaringen hiervoor. Mogelijk moeten deze verklaringen buiten de test om gezocht worden. Aangezien de getallenlijntaak met cijfers niet aan het begin van een sessie werd afgenomen, kan hier een grotere concentratie bij meisjes een rol hebben gespeeld. Verder werd de getallenlijntaak met stippen aangeboden in verhaalvorm met in de hoofdpersoon een auto uit een populaire tekenfilm. Een mogelijkheid is dat jongens hierdoor meer geïnteresseerd waren in de taak dan dat bij de getallen het geval was, waardoor jongens hierop beter scoorden. Echter, deze verklaringen berusten op speculaties en verder onderzoek met andere taken in deze richting is dan ook aan te bevelen om toevallige resultaten of resultaten berustend op andere aspecten dan wat hier beoogt werd te meten, uit te sluiten.

Zoals gezegd zijn er sekseverschillen gevonden bij aspecten van de visuele en analoge code, maar niet bij de verbale code. Mogelijk is dit een gevolg van het aanbod in de klas. In het kleuteronderwijs wordt op allerlei manieren veel aandacht besteed aan het tellen van hoeveelheden. In mindere mate wordt specifiek aandacht besteed aan bijvoorbeeld het vergelijken van hoeveelheden en het werken met een getallenlijn. De bevindingen in de huidige studie zouden erop kunnen wijzen dat jongens min of meer gelijke resultaten boeken als meisjes, wanneer het aanbod voldoende is.

Kanttekeningen die bij de huidige studie geplaatst zouden kunnen worden zijn dat de spelletjes die de kinderen bij de meting moesten uitvoeren per keer een half uur duurden, waarbij het van belang was dat de kinderen hun aandacht er bij hielden. Kinderen die moeite hebben met het vasthouden van de aandacht zouden om deze reden lager hebben kunnen scoren op de taken. Hier werd dan niet langer de rekenvaardigheid gemeten, maar de spanningsboog van de kinderen. Daarnaast is het zo dat veel van de antwoorden door de testleider worden ingevoerd. Hierbij kunnen fouten zijn gemaakt, waardoor een vertekend beeld is ontstaan. Ook is aan alle ouders van de kinderen toestemming gevraagd om deel te nemen aan het onderzoek. Kinderen van ouders die geen toestemming gaven en/of het toestemmingsformulier niet terugstuurden hebben niet deelgenomen aan het onderzoek. Het is mogelijk dat kinderen die niet deelnamen gemeenschappelijke kenmerken hadden (zoals een lage SES of niet-Nederlandse afkomst) of dat ouders hun kinderen vanwege een goede of juist slechte rekenvaardigheid niet hebben laten meedoen met het onderzoek. Tot slot kunnen opmerkingen geplaatst worden bij de meerdere t-tests die zijn uitgevoerd. Het gevaar bestaat dat dit kan leiden tot kanskapitalisatie. Dat wil zeggen dat onbedoeld significante resultaten zijn opgetreden. Echter, hier is rekening mee gehouden bij het weergeven van de resultaten door te kijken welke resultaten bij een alpha van .01 nog significant waren.

Positief aan het onderzoek is echter dat er een vrij grote groep van 155 kinderen heeft deelgenomen aan het onderzoek en de scholen waar de kinderen op zitten random zijn verdeeld over Nederland. Hierdoor wordt de generaliseerbaarheid van de resultaten naar alle kleuters in Nederland vergroot. Daarnaast was er voor de testassistenten een duidelijke handleiding beschikbaar waarin voor ieder spel werd vermeld welke instructies er gegeven diende te worden. Ook zijn alle testassistenten getraind in het afnemen van de spelletjes. Ondanks moeilijk uit te bannen foutieve invoeringen door de testassistenten, zijn verschillen in uitkomsten dan ook niet of nauwelijks af te leiden uit verschillen tussen testassistenten.

De waarde van dit onderzoek is dat het meer informatie verschaft over de verschillen tussen jongens en meisjes op het gebied van verschillende aspecten van de voorbereidende rekenvaardigheid, gericht op het triple code model. Eerder was al bekend dat er nauwelijks verschillen te vinden zijn tussen jongens en meisjes en dat waar deze wel gevonden werden, deze bij kleuters met name in het voordeel van meisjes zijn. Dankzij dit onderzoek is nu meer bekend over de aspecten van het voorbereidend rekenen waarbij de verschillen terug te vinden zijn. Deze informatie kan meer inzicht geven in bijvoorbeeld het strategiegebruik van jongens en meisjes en de ontwikkeling van het voorbereidend rekenen bij kleuters.

Het huidige onderzoek heeft zich niet gericht op het strategiegebruik bij jongens en meisjes. Gezien verwacht wordt dat juist op dit gebied verschillen gevonden zullen worden tussen jongens en meisjes is het aan te raden hier verder onderzoek naar te doen. Toekomstig onderzoek zal zich tevens moeten richten op een verdere analyse van de verschillende aspecten van het voorbereidend rekenen en dan met name op de verschillen tussen jongens en meisjes die hierbij te vinden zijn. Hieruit voortkomende informatie zou dan toegepast kunnen worden in rekenprocedures, waarbij eventueel al rekening kan worden gehouden met sekseverschillen.

Referenties

- Aunio, P., Niemivirta, M., Hautamäki, J., Van Luit, J. E. H., Shi, J., & Zhang, M. (2006). Young children's number sense in China and Finland. *Scandinavian Journal of Educational Research, 50*(5), 483-502. doi:10.1080/00313830600953576
- Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M. K., & Nurmi, J. E. (2004) Developmental dynamics of math performance from preschool to grade 2. *Journal of Educational Psychology, 94*, 699-713. doi: 10.1037/0022-0663.96.4.699
- Aunio, P., Hautamäki, J., & Van Luit, J. E. H. (2005). Mathematical thinking intervention programmes for preschool children with normal and low number sense. *European Journal of Special Needs Education, 20*, 131-146.
- Barth, H., La Mont, K., Lipton, J. S., Dehaene, S., Kanwisher, N., & Spelke, E. (2006). Non-symbolic arithmetic in adults and young children. *Cognition, 98*, 199-222.
- Besseler, J. C. E. M., & Van Luit, J. E. H. (2010). *De predictieve validiteit van de UGT-R; een onderzoek naar de voorspellende waarde van testcores op de Utrechtse Getalbegrip Toets - Revised met betrekking tot voorbereidende rekenprestaties* (Ongepubiseerde Master thesis). Pedagogische Wetenschappen, Orthopedagogiek, Utrecht.
- Bryant, P., & Nunes, T. (2002). Children's understanding of mathematics, in U. Goswami (Ed.) *Blackwell handbook of childhood cognitive development* (412-439). Maiden, MA: Blackwell Publishing.
- Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 46*(1), 3-18. doi:10.1111/j.1469-7610.2005.00374.x
- Campbell, J. I. D., & Epp, L. J. (2004). An encoding-complex approach to numerical cognition in chinese-english bilinguals. *Canadian Journal of Experimental Psychology, 58*, 229-244. doi: 10.1037/h0087447
- Carr, M., & Davis, H. (2001). Gender differences in arithmetic strategy use: A function of skill and preference. *Contemporary Educational Psychology, 26*, 330-347. doi: 10.1006/ceps.2000.1059

- Carr, M., Hettinger Streiner, H., Kyser, B., & Biddlecomb, B. (2007). A comparison of predictors of early emerging gender differences in mathematics competency. *Learning and Individual Differences, 18*, 61-75. doi: 10.1016/j.lindif.2007.04.005
- Davis, H., & Carr, M. (2002). Gender differences in mathematics strategy use: The influence of temperament. *Learning and Individual Differences, 13*, 83-95.
- Dehaene, S. (2001). Précis of the number sense. *Mind & Language, 16*, 16-36. doi: 10.1111/1468-0017.00154
- De Vos, T. (1992). *Tempo-Test-Rekenen. Test voor het vaststellen van het rekenvaardigheidsniveau der elementaire bewerkingen (automatisering) voor het basis en voortgezet onderwijs. Handleiding*. Nijmegen: Berkhout.
- Entwisle, D. R., & Baker, D. P. (1983). Gender and Young children's expectations for performance in arithmetic. *Developmental Psychology, 19*, 200-209.
- Evers, A., van Vliet, J.C., Resing, W.C.M., Starren, J.C.M.G., van Alphen de Veer, R.J., & van Boxtel, H. (2002). *COTAN: Testboek voor het onderwijs*. Amsterdam: NDC – Boom.
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Nugent, L., & Byrd-Craven, J. (2008). Development of number line representations in children with mathematical learning disability. *Developmental Neuropsychology, 33*, 277-299.
- Gebuis, T., Kadosh, R.C. & de Haan, E. (2008). Automatic quantity processing in 5-year olds and adults. *Cognitive Processes, 10*, 133-142.
- Gelman, R., & Gallistel, C. R. (1978). *The child's understanding of number*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Gersten, R., & Chard, D. (1999). Number sense: Rethinking arithmetic instruction for students with mathematical disabilities. *Journal of Special Education, 33*, 18-28. doi: 10.1177/002246699903300102
- Gersten, R., Jordan, N. C., & Flojo, J. R. (2005). Early identification and interventions for students with mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities, 38*, 293-304. doi: 10.1177/00222194050380040301

- Gilmore, C. K., McCarthy, S. E., Spelke, E. S. (2010). Non-symbolic arithmetic abilities and mathematics achievement in the first year of formal schooling. *Cognition, 15*, 394-406.
- Halberda, J., & Feigenson, L. (2008). Developmental change in the acuity of the "number sense": The approximate number system in 3-, 4-, 5-, and 6-year-olds and adults. *Developmental Psychology, 44*(5), 1457-1465. doi:10.1037/a0012682
- Houtveen, T., & Van de Grift, W. (2001). Inclusion and adaptive instruction in elementary education. *Journal of Education for Students placed at Risk, 6*(4), 389-409. doi: 10.1207/S15327671ESPR0604_5
- Howell, S. C., & Kemp, C. R. (2010). Assessing preschool number sense: skills demonstrated by children prior to school entry. *Educational Psychology, 30*(4), 411-429. doi: 10.1080/01443411003695410
- Jordan, N. C., Hanich, L. B., & Kaplan, D. (2003). A longitudinal study of mathematical competencies in children with specific mathematics difficulties versus children with comorbid mathematics and reading difficulties. *Child Development, 74*, 834-850. doi: 10.1111/1467-8624.00571
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Nabors Ola'h, L., & Locuniak, M. N. (2006). Number sense growth in kindergarten: A longitudinal investigation of children at risk for mathematics difficulties. *Child development, 77*, 153-175. doi: 10.1111/j.1467-8624.2006.00862.x
- Kroezen, K. P. Kluter, S., Bos, N., & Van de Rijt, B. A. M. (2010). *Verschil in voorbereidende rekenvaardigheid tussen kinderen in groep 1 en 2* (ongepubliceerde Bachelor thesis). Pedagogische wetenschappen, Utrecht.
- Laski, A. V., & Siegler, R. S. (2007). Is 27 a big number? Correlational and causal connections among numerical categorization, number line estimation, and numerical magnitude comparison. *Child Development, 78*, 1723-1743.
- Leahey, E., & Guo, G. (2001). Gender differences in mathematical trajectories. *Social Forces, 80*, 713-732. doi: 10.1353/sof.2001.0102
- Penner, A. M., & Paret, M. (2007). Gender differences in mathematics achievement:

- Exploring the early grades and the extremes. *Social Science Research*, 37, 239-253. doi: 10.1016/j.ssresearch.2007.06.012
- Pettito, A. L. (1990). Development of numberline and measurement concepts. *Cognition and Instruction*, 7, 55-78.
- Ramani, B. G., & Siegler, R. S. (2008). Promoting broad and stable improvements in low-income children's numerical knowledge through playing number board games. *Child Development*, 79(2), 375-394. doi:0009-3920/2008/7902-0009
- Siegler, R. S., & Booth, J. L. (2004). Development of numerical estimation in Young children. *Child Development*, 75, 428-444.
- Starkey, P., Spelke, S. E., & Gelman, R. (1990). Numerical abstraction by human infants. *Cognition*, 36, 97-127.
- Van de Rijt, B. A. M., Van Luit, J. E. H., Penning, A. H. (1999). The Construction of the Utrecht Early Mathematical Competence Scales. *Educational and Psychological Measurement*, 59, 289. doi: 10.1177/0013164499592006
- Van Luit, J. E. H., & Van de Rijt, B. A. M. (2009). *Utrechtse Getalbegrip Toets-Revised [Early Numeracy Test-Revised]*. Doetinchem: Graviant.
- Wilson, A. J., Revkin, S. K., Cohen, D., Cohen, L., & Dehaene, S. (2006). An open trial assessment of the "number race", an adaptive computer game for remediation of dyscalculia. *Behavioral and Brain Functions*, 2(20), 1-16. doi:10.1186/1744-9081-2-20
- Xu, F. (2003). Numerosity discrimination in infants: Evidence for two systems of representations. *Cognition*, 89, 15-25. doi:10.1016/S0010-0277(03)00050-7