

Sekseverschillen op *number sense*, bekeken vanuit het *triple code model*

Bachelorthesis Pedagogische Wetenschappen

Opleiding Pedagogische Wetenschappen
Faculteit Sociale Wetenschappen
Universiteit Utrecht

Studenten:	Haan, L. (3465640) Horst, T.A.A. van der (3480801) Roos, A. de (3466078)
Docent:	Ilona Friso – van den Bos
Datum:	juni 2012
Code:	20060042

Voor u ligt het artikel: "Sekseverschillen op *number sense*, bekeken vanuit het *triple code model*". Deze studie is uitgevoerd ter afronding van onze bachelor Pedagogische Wetenschappen aan de Universiteit Utrecht.

Middels dit voorwoord willen wij een aantal personen bedanken. Onze dank gaat allereerst uit naar mevr. Ilona Friso – van den Bos voor de prettige begeleiding en ondersteuning van de thesis. Eveneens willen wij mevr. Ilona Friso – van den Bos en anderen van het MathChild onderzoek danken voor de data die door hen is verzameld en waar wij gebruik van hebben mogen maken voor deze studie. Als laatste gaat een grote dank uit naar de kinderen, ouders en leerkrachten die bereid waren mee te werken aan deze studie.

Lisan Haan
Tessa van der Horst
Alannah de Roos

Utrecht, juni 2012

Abstract

In deze studie wordt onderzoek gedaan naar het verschil in ontwikkeling van *number sense* tussen jongens en meisjes uit groep twee. Deze studie is uitgevoerd vanwege het feit dat in de recente literatuur geen eenduidige antwoorden zijn op de vraag of er sekseverschillen zijn op *number sense*. **Doelstelling:** Deze studie is uitgevoerd aan de hand van de drie codes van het *triple code model* van Dehaene, namelijk de analoge code, de verbale code en de visuele code. **Methode:** Er zijn 444 participanten (199 meisjes, 245 jongens, $M_{leeftijd\ meisjes} = 5,58$ jaar, $M_{leeftijd\ jongens} = 5,60$ jaar) voor deze studie onderzocht. Gebruikte instrumenten meten de vaardigheden symbolisch en non-symbolisch vergelijken van hoeveelheden en het tellen en optellen. **Resultaten:** Voor de analoge code is geen significant verschil gevonden op de taken non-symbolische getallenlijn en non-symbolische vergelijking. Voor de verbale code is tevens geen significant verschil gevonden, deze is getest aan de hand van subtesten van de UGT-R. Voor de visuele code is een significant verschil gevonden op de taken symbolische getallenlijn en symbolische vergelijking. **Conclusie:** Aan de hand van de gevonden resultaten kan geen eenduidige conclusie worden gesteld wat betreft sekseverschillen op *number sense*. Jongens en meisjes verschillen alleen significant op de visuele code.

Sleutelwoorden: getalbegrip, triple code model, sekseverschillen, vergelijken, getallenlijnen, UGT-R, kleuters

Getallen worden veel gebruikt in het alledaagse leven (Nieder & Dehaene, 2009). Er wordt gebruik gemaakt van getallen tijdens het koken, tijdens winkelen et cetera. De manier van het gebruiken van getallen is biologisch bepaald. Tevens is gebleken dat baby's al onderscheid kunnen maken tussen hoeveelheden (Butterworth, 2005; Halberda & Feigenson, 2008). Er zijn verschillende componenten die een belangrijke rol spelen bij de ontwikkeling van rekenvaardigheid (Butterworth, 2005). De beheersing van relevante taalbegrippen, meten, vergelijken, corresponderen en op verschillende manieren ordenen zijn onderdelen die vallen onder voorbereidende rekenvaardigheid (Van Luit & Van de Rijt, 2009). Daarnaast blijkt het vermogen om hoeveelheden en getallen te plaatsen en rangschikken op een denkbeeldige lijn, de mentale representatie van getallen, een belangrijke voorspeller voor het ontwikkelen van rekenvaardigheid (Berch, 2005).

Getalbegrip (*number sense*) speelt een belangrijke rol bij de ontwikkeling van rekenvaardigheid. *Number sense* kent niet één vaste definitie en er worden vaak meerdere termen voor gebruikt (Aunio, 2006). Met *number sense* wordt in deze studie het begrijpen van getallen en getalrelaties bedoeld (Chard et al., 2005; Locuniak & Jordan, 2008; Schneider et al., 2008). Vergelijken, tellen en simpele rekenkundige berekeningen maken behoren hierbij. Het gaat om de numerieke vaardigheden die kinderen ontwikkelen voordat ze het formele onderwijs in gaan, en welke essentieel zijn voor rekenkundige vaardigheden (Aunio, 2006). *Number sense* is een sterke voorspeller

van latere rekenkundige vaardigheden (Jordan, Glutting, & Ramineni, 2010). Kinderen beginnen de schooltijd met verschillende niveaus van voorbereidende rekenvaardigheid (Kroesbergen, Van Luit, Van Lieshout, Van Loosbroek, & Van de Rijt, 2009). Deze verschillen kunnen diverse oorzaken hebben, bijvoorbeeld omgevingsfactoren of kindfactoren. Bij omgevingsfactoren zijn ouderlijke stimulatie en sociaal-economische status goede voorbeelden (Kroesbergen et al., 2009). Bij kindfactoren kan men denken aan intelligentie.

Een model dat gebruikt kan worden om *number sense* in te delen is het *triple code model* van Dehaene (Schmithorst & Brown, 2004). Het model gaat ervan uit dat er drie essentiële categorieën zijn van mentale representaties waarin getallen worden gemanipuleerd in het menselijke brein (Dehaene & Cohen, 1995). Deze drie codes dienen verschillende functies, welke ook verschillende functionele neuro-architectuur hebben en welke gerelateerd zijn aan bepaalde vaardigheden (Schmithorst & Brown, 2004). De drie codes zijn de analoge code, de verbale code en de visuele code. Deze codes zullen in deze studie als leidraad worden gebruikt.

Analoge code

Bij de analoge code worden getallen als numerieke hoeveelheden op een mentale getallenlijn bekeken. Het getal vier zal hierbij worden aangeduid als bijvoorbeeld vier stippen. Daarnaast is het belangrijk dat men weet welke aantallen groter zijn dan andere en waar deze aantallen zich bevinden op een getallenlijn (Dehaene & Cohen, 1995). Uit onderzoek is gebleken dat mensen sommen heel snel schattend kunnen uitrekenen, wat mogelijk is door de analoge code (Barth, La Mont, Lipton, Dehaene, Kanwisher, & Spelke, 2006).

Een belangrijk onderdeel van de analoge code is het concept '*subitizing*'. *Subitizing* is het proces van snel, correct en accuraat bepalen van kleine hoeveelheden (Kroesbergen et al., 2009; Schleifer & Landerl, 2011). Het is een snel, parallel proces welke wordt overgenomen door tellen als de hoeveelheden te groot worden, ongeveer bij vijf/zes. Tellen gaat veel langzamer, waarbij telkens gewisseld moet worden tussen objecten en telwoorden. *Subitizing* is gebaseerd op de numerieke schattingsprocedure voor kleine hoeveelheden (Schleifer & Landerl, 2011). Het opsommen van kleine aantallen gaat snel. Wanneer de aantallen groter worden, tot vijf/zes, neemt de opsommingstijd weinig toe. Bij grotere hoeveelheden kost het opnoemen van de getallen meer tijd en worden er meer fouten gemaakt. De ontwikkeling van *subitizing* is eerder voltooid dan de ontwikkeling van tellen van grotere hoeveelheden. *Subitizing* is een belangrijke factor in de ontwikkeling van voorbereidende rekenvaardigheid (Schleifer & Landerl, 2011).

Naast *subitizing* is non-symbolische *number sense* voor grotere aantallen ook een belangrijk onderdeel van de analoge code. Betere prestaties bij symbolisch rekenen

kunnen veroorzaakt worden door non-symbolische vaardigheden en kennis van symbolen (Gilmore, McCarthy, & Spelke, 2010). Betere non-symbolische vaardigheden leiden tot succesvol zijn in rekenen op school. Kinderen kunnen non-symbolische hoeveelheden gebruiken voor rekenkundige processen (Barth et al., 2006). In het onderzoek van Barth en collega's (2006) zijn kinderen getest op vaardigheden wat betreft non-symbolisch optellen en aftrekken. Tevens is er onderzoek gedaan naar de relatie tussen de vroege ontwikkeling, non-symbolisch numerieke vaardigheden en het leren van rekenen op school (Gilmore, McCarthy, & Spelke, 2010). Elk mens heeft bepaalde representaties van getallen, maar deze zijn niet symbolisch bij iedereen. Kortom, non-symbolische vaardigheden en kennis van symbolen veroorzaken betere prestaties op symbolisch rekenen (Gilmore, McCarthy, & Spelke, 2010). Uit het onderzoek is naar voren gekomen dat non-symbolische vaardigheden belangrijk zijn bij het leren rekenen.

Naast non-symbolische *number sense* en *subitizing* is de mentale getallenlijn ook een conceptualisatie van *number sense*, wat tevens behoort bij de analoge code. De mentale getallenlijn is een neurocognitief systeem dat onderliggend is voor *number sense* (Schneider et al., 2008). Het representeert de omvang van aantallen op een analoge manier, waarbij de kleine aantallen links staan en de grote aantallen rechts. *Number sense* kan onder andere gemeten worden door de mentale getallenlijntaak.

Kortom, bij de analoge code behoren veel verschillende aspecten van *number sense*, zoals *subitizing*, non-symbolisch *number sense* en mentale getallenlijn.

Verbale code

De verbale code omvat het benoemen van getallen en het opzeggen van een telrij (Aunio et al., 2005). Als voorbeeld kan het cijfer vijf worden gebruikt. Bij de verbale code wordt het woord "vijf" geactiveerd.

Wanneer gekeken wordt naar de telvaardigheden van kinderen, blijkt dat kinderen beschikken over vijf aangeboren telvaardigheden, welke hieronder worden besproken (Jordan, Kaplan, Nabord Oláh, & Locuniak, 2006). De ontwikkeling van de telvaardigheden verloopt hiërarchisch. Volgens de telprincipes van Gelman & Gallistel (1978) begint de hiërarchische ontwikkelingslijn van het tellen met het akoestisch noemen van de telrij in de vorm van een versje. Vervolgens ontwikkelen kinderen het stabiele orde principe. Dit houdt in dat kinderen objecten alleen tellen in een bepaalde volgorde. Daarop volgend komt het één-op-één principe. Volgens het één-op-één principe wordt bij het tellen van objecten elk telwoord slechts één maal gebruikt en worden alle objecten geteld. Het kardinale principe houdt in dat kinderen het besef krijgen dat het laatste telwoord de totale hoeveelheid aangeeft. Wanneer kinderen allerlei soorten objecten kunnen tellen, hebben kinderen het abstracte principe ontwikkeld. Als laatste volgt het principe van irrelevante volgorde. Kinderen kunnen objecten willekeurig tellen, zonder gebruik te maken van een bepaalde volgorde en ongeacht de onderlinge

verschillen tussen de voorwerpen (Gelman & Gallistel, 1978). Wanneer kinderen de telprincipes beheersen, kan er gesproken worden van een goed ontwikkelde telvaardigheid. Dit is een goede voorspeller voor het ontwikkelen van *number sense*.

Bij de verbale code behoren vooral de telvaardigheden van kinderen. In de maatschappij wordt verwacht dat kinderen telrijen kunnen opzeggen en begrijpen wat de verbale informatie van een getal inhoud en dit kunnen omzetten in een waarde (Aunio, 2006). Dit maakt de verbale code tot een relevante code bij het *triple code model*. Daarnaast vormt de verbale code een voorspeller voor het rekenen, aangezien deze kennis nodig is voor het begrijpen van rekenkundige definities. Hierbij kan gedacht worden aan de woordkoppeling van een cijfer.

Visuele code

In de visuele code worden getallen gerepresenteerd als visuele cijfers. Zo wordt het getal 52 samengesteld uit de cijfers 5 en 2. De visuele code wordt gebruikt bij het oplossen van sommen (Campbell & Metcalfe, 2008). Deze visuele getalformatie vindt plaats in de *fusiform gyri* in de hersenen. Wanneer de getallen groter worden, zijn de Arabische cijfers makkelijker te gebruiken om het cijfer aan te duiden in tegenstelling tot Romeinse cijfers (Loosbroek, Dirkx, Hulstijn, & Janssen, 2009).

De visuele code is de enige van de drie codes die in zijn geheel moet worden aangeleerd (Fayol & Seron, 2005). Jonge kinderen moeten de cijfers leren. Deze cijfers worden vooral in het Westen geleerd in relatie met de verbale code. Het leren van de cijfers één tot en met negen verloopt over het algemeen niet problematisch. Het aanleren van de nul geeft meer problemen. Hoe dit komt is echter nog niet bekend. Jonge kinderen ondervinden in het leren van de cijfers voornamelijk problemen met de positie van de cijfers. De waarde van het cijfer hangt af van de positie waarin het staat. Zo kan het getal twee een eenheid (2), een tiental (20), een honderdtal (200) et cetera voorstellen.

Cijfers bestaan vanwege het feit dat deze een ideale brug vormen tussen het schattende *number sense*, dat voornamelijk bij de analoge code hoort, en de hogere wiskundige vaardigheden (Lyons & Beilock, 2011). De cijfers fungeren als een van de belangrijkste mediators. Hier komt naar voren dat de schattende *number sense* van kinderen voorspelt hoe goed deze kinderen kunnen omgaan met cijfers uit de visuele code. Kinderen die hier hoog op scoren, scoren ook hoger op de hogere wiskundige vaardigheden (Lyons & Beilock, 2011).

Voor jonge kinderen hebben cijfers geen betekenis (Cordes & Geldman, 2005). Kinderen moeten de woorden koppelen aan de cijfers. Arabische cijfers worden verwerkt als plaatjes, terwijl de verbale getallen worden verwerkt op dezelfde manier als woorden (Fias, Reynvoet, & Brysbaert, 2001). Het vertalen van de Arabische cijfers naar de verbale woorden wordt ook wel *transcoding* genoemd (van Loosbroek, et al., 2009).

Wanneer kinderen problemen hebben op het gebied van *transcoding*, hebben deze kinderen voornamelijk moeite met de dubbele getallen zoals 52. De problemen vinden dan zowel op het visuele als in de verbale gebieden plaats.

Tot slot kan er enige verwarring ontstaan wat precies het verschil is tussen de verbale code en de visuele code. Het grootste verschil is dat de verbale getallen genoemd kunnen worden zonder semantische tussenkomst, bij de visuele getallen kan dit echter niet (Reynvoet, Brysbaert & Fias, 2001). Er is namelijk meer tijd nodig om deze te verwerken wanneer de cijfers groter worden. Daarnaast is er een snelle reactie wanneer beide cijfers klein zijn en er een kleiner verschil is tussen de cijfers. Zo is er een snellere reactie bij het getal 12 dan bij het getal 18.

Kortom, de visuele code vormt het visuele gedeelte van de *number sense*. Deze kan het beste gemeten worden met instrumenten voor de getalherkenning.

Sekseverschillen

Ondanks dat er veel onderzoek is gedaan naar de *number sense* bij kinderen is er weinig bekend over de sekseverschillen op het gebied van *number sense*. Uit onderzoek komt naar voren dat jongens en meisjes geen verschil vertonen op *number sense* (Aunio, 2006; Bugden & Ansari, 2011). Echter, uit onderzoek blijkt dat jongens op alle gebieden van *number sense* een voorsprong hebben op meisjes (Jordan, et al., 2006). Daarnaast scoren meisjes lager op het gebied van getalherkenning, het belangrijkste aspect van de visuele code. Echter, uit ander onderzoek komt naar voren dat deze verschillen op getalherkenning veroorzaakt worden door individuele verschillen (Bugden & Ansari, 2011).

Jongens presteren beter op kwantitatieve concepten en meisjes scoren beter op *subitizing*, een belangrijk aspect van de analoge code (Howell & Kemp, 2010).

Andere onderzoeken hebben gevonden dat jongens aan het begin van de basisschool hoger scoren op voorbereidende rekenvaardigheden dan meisjes (Carr, Hettinger Streiner, Kryser, & Biddlecomb, 2007; Davis & Carr, 2002; Penner & Paret, 2007). Deze verschillen worden al op jonge leeftijd waargenomen, maar grote verschillen worden aan het eind van de middelbare school pas zichtbaar (Penner & Paret, 2007). Volgens Carr en collega's (2007) zijn deze waargenomen sekseverschillen te verklaren door genetische diversiteit. De ontwikkeling van de hersenstructuur wordt bepaald door verschillende actieve hormonen. De actieve hormonen zijn verschillend bij jongens en meisjes (Carr et al., 2007). De hersenstructuur van jongens zou volgens Carr en collega's (2007) beter in staat zijn om goed te presteren op rekenkundige taken.

Een andere verklaring voor het verschil in sekse, is het hebben van een andere voorkeur voor strategiegebruik (Carr et al., 2007; Davis & Carr, 2002; Penner & Paret, 2007). Meisjes zijn geneigd om rekenkundige taken op te lossen met behulp van een telraam of op hun vingers te tellen, zogenaamde manipulatiestrategieën (Davis & Carr,

2002). Daarentegen maken jongens eerder gebruik van kennis uit hun geheugen om rekenkundige taken op te lossen. Dit leidt tot betere automatisering voor rekenkundige vaardigheden bij jongens.

Andere verklaringen voor sekseverschillen in de ontwikkeling van rekenvaardigheid kan gevonden worden in de sociale en motivatie factoren. Meisjes zouden een verminderde motivatie hebben om deel te nemen aan rekenkundige taken (Carr et al., 2007). Ook kan verschil in stimulatie voor het ontwikkelen van rekenvaardigheid vanuit de omgeving het verschil tussen kinderen verklaren (Davis & Carr, 2002).

Hieruit kan geconcludeerd worden dat er geen eenduidige sekseverschillen zijn gevonden op de verschillende aspecten van *number sense*.

Probleemstelling

Vanwege het feit dat er geen duidelijke antwoorden te vinden zijn op de vraag of er sekseverschillen zijn op *number sense*, zal deze studie zich hier op richten. Wanneer er duidelijke sekseverschillen zijn op *number sense* bij jonge kinderen kan hier in de toekomst rekening mee gehouden worden. Hierbij kan gedacht worden aan preventie van rekenproblemen door middel van verschillend aanbieden van lesmateriaal. *Number sense* wordt in deze studie opgedeeld in de drie verschillende codes van het *triple code model* van Dehaene. De onderzoeksvraag van deze studie luidt: 'Wat zijn de sekseverschillen van kinderen uit groep twee in de ontwikkeling van *number sense*?' Hiervoor zijn drie deelvragen opgesteld. Voor de analoge code is dit de vraag of er sekseverschillen zijn op de analoge code van het *triple code model* van Dehaene. Voor de verbale code is dit de vraag of er sekseverschillen zijn op de verbale code van het *triple code model* van Dehaene. Voor de visuele code is de vraag of er sekseverschillen zijn op de visuele code van het *triple code model* van Dehaene. Aangezien er geen eenduidig antwoord in de literatuur is gevonden, worden er geen gerichte hypothesen opgesteld voor de verschillende deelvragen.

Methode

Participanten

Aan deze studie hebben 444 participanten (199 meisjes, 245 jongens) van 25 reguliere scholen meegewerkt. Scholen zijn telefonisch benaderd, hierdoor zijn de participanten verworven voor deze studie. Deze participanten zijn betrokken bij een longitudinaal onderzoek. Voor deze studie is alleen gebruik gemaakt van het eerste meetmoment. Via een t-test is het leeftijdsverschil tussen jongens en meisjes onderzocht (199 meisjes, 245 jongens, $M_{\text{leeftijd meisjes}} = 5,58$ jaar, $M_{\text{leeftijd jongens}} = 5,60$ jaar). Er is geen groot leeftijdsverschil gevonden tussen jongens en meisjes. Bij de kinderen zijn geen speciale kenmerken geconstateerd, zoals een stoornis of diagnose.

Instrumenten

Utrechtse Getalbegriptoets – Revised. Voor de verbale code wordt gebruik gemaakt van de Utrechtse Getalbegriptoets – Revised (UGT-R) (Van Luit & Van de Rijt, 2009). De test wordt gebruikt om de vaardigheid tellen van kinderen te meten. De originele test bestaat uit negen subschalen en heeft twee parallelle versies, namelijk versie A en B. Er wordt in deze studie alleen gebruik gemaakt van vier subschalen van versie A, welke de telvaardigheden meten. De eerste schaal meet het vooruit tellen en terug tellen tot 20. De tweede schaal wordt gebruikt voor het gestructureerd tellen, het tellen en tegelijk objecten aanwijzen en het herkennen van getallen op een dobbelsteen. Het resultaatief tellen wordt gemeten in de derde schaal. De vierde schaal meet het algemeen begrip van getalwoorden. Elke subschaal bevat vijf items, welke beoordeeld worden met een nul voor een fout antwoord en een één voor een goed antwoord. De maximaal te behalen score is 20 en de minimaal te behalen score is nul. De betrouwbaarheid en validiteit van de UGT-R zijn nog niet beoordeeld door de COTAN. Echter, de verouderde versie is wel als voldoende betrouwbaar en valide beoordeeld door de COTAN. Deze verouderde versie is nog goed te vergelijken met de UGT-R, waardoor kan worden aangenomen dat de betrouwbaarheid en validiteit hiervan ook voldoende zal zijn.

Getallenlijntaak. Voor de analoge code wordt de non-symbolische getallenlijntaak afgenomen (Laski & Siegler, 2007). Hierbij moet een kind de positie van getallen aangeven op een getallenlijn van één tot 100. Deze getallen worden niet weergegeven als Arabische cijfers, maar als stippen. Deze taak bestaat uit 22 oefeningen. Een kind krijgt een aantal stippen te zien en daaronder een getallenlijn. In dit geval ging het om het aantal druppels benzine, wat bepaalde hoever de auto kon rijden. De kinderen moesten aangeven hoe ver de auto zou komen op de getallenlijn. De posities één en honderd worden van te voren aangegeven door de testleider. De antwoorden van de kinderen worden omgezet naar een waarde die behoort tot de exacte positie van de auto. Voor de visuele code wordt gebruik gemaakt van de symbolische getallenlijntaak. Deze taak komt overeen met de non-symbolisch getallenlijntaak, maar worden hier de getallen niet aangegeven door stippen maar door de Arabische cijfers.

Vergelijkingstaak. Voor de analoge code wordt tevens gebruik gemaakt van non-symbolische vergelijkingen. Bij de non-symbolische vergelijkingstaak wordt aan het kind gevraagd om twee gebieden met een bepaalde hoeveelheid stippen (één-negen) te onderscheiden en het gebied met de meeste stippen aan te geven door middel van het indrukken van een knop (Barth et al., 2006). De taak bevat 24 oefeningen. De stippen verschijnen na 1500 ms nadat er een geluid is gegeven. Om het tellen van stippen te voorkomen, verdwijnt elke set van stippen na 840 ms. Het kind heeft vervolgens 4160 ms de tijd om een antwoord te geven door middel van het indrukken van de juiste knop, waarbij er twee mogelijkheden zijn. Deze knoppen zitten zowel links als rechts naast het

kind, hierdoor kan het kind sneller reageren. Voor de visuele code wordt tevens gebruik gemaakt van symbolische vergelijkingen (Laski & Siegler, 2007). De symbolische vergelijkingstaak is een test in sets van twee weergegeven getallen (één-negen). Deze taak komt verder overeen met de non-symbolische vergelijkingstaak. De vergelijkingstaak wordt vaak gebruikt voor onderzoek naar *number sense* (Laski & Siegler, 2007). De betrouwbaarheid en validiteit van de symbolische vergelijkingstaak blijkt voldoende tot goed te zijn (Clarke & Shinn, 2004).

Procedure

Voor de testafname zijn de participanten individueel uit de klas meegenomen. De testen zijn tijdens schooltijd afgenomen. De participanten hebben de verschillende taken gemaakt op een laptop in een stille ruimte. Er zijn in totaal twee sessies geweest, waarbij elke sessie ongeveer een half uur heeft geduurd. De testassistenten zijn getraind voor de afnamen. Na afloop hebben de participanten een sticker ontvangen.

Resultaten

In de huidige studie wordt de volgende vraag onderzocht: "Wat zijn de sekseverschillen van kinderen uit groep twee in de ontwikkeling van *number sense*?" In de eerdere gevonden literatuur is er geen gebruik gemaakt van het *triple code model* (Dehaene & Cohen, 1995) om het verschil tussen jongens en meisjes wat betreft *number sense* te beoordelen. Daarnaast is zijn er in de literatuur vele tegenstrijdigheden gevonden wat betreft sekseverschillen. Hierdoor zijn er geen gerichte hypothesen voor de drie deelvragen opgesteld.

Voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag zijn verschillende instrumenten gebruikt. De correlatie van deze instrumenten onderling zijn terug te vinden in Tabel 1. Uit deze gegevens kan opgemaakt worden dat de correlaties tussen de verschillende instrumenten klein zijn. De correlaties zijn zowel positief als negatief. Niet elke correlatie is significant.

Er is gekozen om bij de visuele code gebruik te maken van de r scores. Bij de analoge code en de verbale code is gebruik gemaakt van de r^2 scores. Wanneer voor de visuele code de r^2 scores gebruikt zouden worden is de Box M significant. Dit heeft als gevolg dat er geen MANOVA kan worden uitgevoerd. Wanneer gebruik wordt gemaakt van de r is dit niet het geval en kan de MANOVA worden uitgevoerd. Echter, voor de analoge code kan geen gebruik worden gemaakt van de r scores. Wanneer deze worden toegepast is er geen sprake van een normale verdeling. Dit heeft als gevolg dat er geen MANOVA kan worden uitgevoerd. Om deze reden is voor de analoge code gekozen voor de r^2 scores en voor de visuele code gekozen voor de r scores.

Analoge code

Voor de sekseverschillen op de analoge code is gekeken naar de verklaarde varianties van de getallenlijntaak (non-symbolisch) en naar de reactietijd bij de vergelijkingstaak. De beschrijvende statistieken staan in Tabel 2.

De verschillen op de analoge code zijn getoetst door een One-way MANOVA uit te voeren. Voor het uitvoeren van deze test zijn eerst de voorwaarden gecontroleerd. Uit de resultaten van deze test is gebleken dat er geen significant verschil is tussen jongens en meisjes op de analoge code ($F(2, 438) = 0.18, p = .83, \text{partial } \eta^2 < .01$). Dit houdt in dat jongens en meisjes niet significant verschillen op de taken van de analoge code.

Verbale code

Voor de verbale code wordt de Utrechtse Getalbegriptoets-Revised (UGT-R) bestudeerd (Van Luit & Van de Rijt, 2009). De beschrijvende statistieken staan weergegeven in Tabel 3.

De verschillen tussen jongens en meisjes zijn getoetst door een independent sample t-test. Voordat deze analyse uitgevoerd kan worden, moet eerst nagegaan worden of de groepen aan de voorwaarden voldoen. Na de analyse blijkt dat aan de voorwaarden wordt voldaan. Uit de statistische analyse blijkt dat er geen significant verschil is tussen jongens en meisjes op de verbale code, $t(441) = -.82, p = .33, d = 0.02$.

Visuele code

Voor de visuele code wordt de verklaarde variantie van de getallenlijntaak (symbolisch) en de reactietijd bij de vergelijkingstaak (symbolisch) bestudeerd. De beschrijvende statistieken staan in Tabel 4.

De visuele code is getoetst door een One-way MANOVA uit te voeren. Voor het uitvoeren van deze test zijn eerst de voorwaarden gecontroleerd. De groepen zijn normaal verdeeld. Tevens is de uitkomst van de Box's test of equality of covariance Matrices niet significant. Er wordt aan de voorwaarden voldaan.

Tabel 1

Correlaties tussen gebruikte instrumenten

	1.	2.	3.	4.	5.
1. UGT	-				
2. NL-S	.48*	-			
3. NL-NS	.37*	.39*	-		
4. Comp-S	-.20*	-.16*	-.07	-	
5. Comp-NS	-.19*	-.06	-.05	.48*	-

* $p < .05$

Tabel 2

Beschrijvende statistieken van geslacht op de non-symbolische getallenlijntaak en de non-symbolische vergelijkingstaak

	Jongens		Meisjes	
	Comparison: Nonsymbolic	Number line dots: Nonsymbolic	Comparison: Nonsymbolic	Number line dots: Nonsymbolic
<i>N</i>	243	243	198	198
Gemiddelde	1281.01	.58	1304.53	.58
Standaarddeviatie	395.93	.24	421.49	.24
Minimum	498.70	.00	446.70	.00
Maximum	2468.20	.94	2910.80	.94

Tabel 3

Beschrijvende statistieken van geslacht op de UGT-score

	Jongens	Meisjes
<i>N</i>	245	198
Gemiddelde	10.93	10.58
Standaarddeviatie	4.44	4.56
Minimum	1	0
Maximum	20	20

Tabel 4

Beschrijvende statistieken van geslacht symbolische getallenlijntaak en de symbolische vergelijkingstaak

	Jongens		Meisjes	
	Number line digits: Symbolic	Comparison: Symbolic	Number line digits: Symbolic	Comparison: Symbolic
<i>N</i>	244	244	198	198
Gemiddelde	0.54	1592.49	0.44	1667.50
Standaarddeviatie	0.25	462.55	0.24	464.27
Minimum totaal	-.30	586.30	-.34	645.60
Maximum totaal	.98	2966.15	.93	3194.70

Uit de resultaten van deze test is gebleken dat er een significant verschil is tussen jongens en meisjes op de visuele code, $F(2,439) = 8.65$, $p = < .001$, $\eta^2 = .04$. Dit houdt in dat jongens en meisjes significant verschillen op de taken van de visuele code.

Vanwege het significante verschil tussen jongens en meisjes op de voorgaande test moet verder worden onderzocht of jongens en meisjes op beide testen significant verschillen. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de Test of Between-Subjects Effects. Uit de resultaten is gebleken dat er sprake is van een marginaal significant verschil tussen jongens en meisjes op de vergelijkingstaak, $F(1,440) = 2.86$, $p = .09$, $\eta^2 = .01$. Er is wel een significant verschil tussen jongens en meisjes op de getallenlijntaak, $F(1,440) = 16.12$, $p = < .001$, $\eta^2 = .04$. Met behulp van de beschrijvende statistieken uit Tabel 4, kan geconcludeerd worden dat jongens significant hoger scoren dan meisjes op de getallenlijntaak. Dit effect is echter relatief klein.

Discussie

Deze studie heeft zich gericht op de sekseverschillen op *number sense*. De onderzoeksvraag luidt: 'Wat zijn de sekseverschillen van kinderen uit groep twee in de ontwikkeling van *number sense*?' De onderzoeksvraag is beantwoord aan de hand van de drie verschillende codes van het *triple code model* van Dehaene. Onder de drie verschillende codes wordt de analoge code, de verbale code en de visuele code verstaan. De belangrijkste bevindingen van deze studie worden hieronder besproken.

Allereerst is er geen significant verschil gevonden tussen jongens en meisjes op de analoge code. Dit houdt in dat jongens en meisjes in deze studie gelijk presteren op non-symbolische taken. Deze bevindingen komen overeen met de bevindingen van Aunio (2006). Hierin komt naar voren dat jongens en meisjes geen verschil vertonen op *number sense*. Ten tweede is er geen significant verschil gevonden tussen jongens en meisjes op de verbale codes. Jongens en meisjes presteren in deze studie hetzelfde op de taken van de UGT-R. Eveneens komen deze resultaten overeen met Aunio (2006), welke ook de UGT als testinstrument heeft gebruikt. Als laatste is er een significant verschil gevonden tussen jongens en meisjes op de visuele code. Jongens presteren in deze studie beter dan meisjes op de symbolische taken. Dit komt overeen met de gevonden resultaten van Jordan en collega's (2006). Hier wordt eveneens gevonden dat jongens beter presteren op getalherkenning. Getalherkenning is een belangrijk concept van de visuele code. Aan de hand van deze gevonden resultaten kan geen eenduidige conclusie worden gesteld over sekseverschillen wat betreft *number sense*.

Een mogelijke verklaring voor het significante verschil tussen jongens en meisjes op de visuele code kan zijn dat jongens andere strategieën hanteren dan meisjes (Davis & Carr, 2002). De gebruikte strategieën van jongens kunnen mogelijk effectiever zijn dan de gebruikte strategieën van meisjes. Andere verklaringen kunnen de sociale en motivatie factoren zijn (Carr et al., 2007). Zo zouden meisjes een verminderde motivatie

hebben wat betreft rekenkundige taken. Daarnaast kan de omgeving een invloed hebben met betrekking op de stimulatie voor het ontwikkelen van rekenvaardigheden door middel van stereotyperingen (Davis & Carr, 2002). Deze motivatie en stereotyperingen kunnen mogelijk sterkere invloeden hebben op de visuele code. Verder onderzoek zal uit moeten wijzen waarom dit verschil alleen te vinden is bij de visuele code en niet bij de andere twee codes van het *triple code model*.

Een kanttekening die bij deze studie geplaatst kan worden is de samenhang tussen de gebruikte instrumenten voor de drie verschillende codes. Hieruit blijkt dat de testen onderling voor groot deel niet significant correleren. De significante correlaties die er zijn, zijn niet groot. Er kan afgevraagd worden of de testen valide genoeg zijn. Aan de andere kant kan gesteld worden dat de verschillende codes niet met elkaar correleren en dus onafhankelijk zijn. Toekomstig onderzoek moet testen gebruiken die binnen een specifieke code met elkaar correleren, om er zeker van te zijn dat de testen die code echt meten.

Positief aan het onderzoek is dat er een grote groep van 444 participanten heeft deelgenomen aan deze studie. De scholen waarop de participanten zitten, zijn random verdeeld over Nederland. Hierdoor wordt de generaliseerbaarheid van de resultaten naar alle kinderen van groep twee vergroot.

Concluderend kan gesteld worden dat er geen uitspraken gedaan kunnen worden over sekseverschillen op *number sense* aan de hand van deze studie. Voor de visuele code is een verschil gevonden tussen jongens en meisjes. Jongens scoren hoger op de symbolische taken. Verder onderzoek zou andere testen voor de codes kunnen gebruiken om zo te onderzoeken of er sprake is van betere correlaties tussen de testen. Hierdoor kan mogelijk wel sprake zijn van significante verschillen op *number sense*. Een andere mogelijkheid voor toekomstig onderzoek is het nagaan van de extra aandacht die op school wordt besteed aan symbolische taken. Zo kan het zijn dat jongens deze extra aandacht beter en/of sneller oppikken dan meisjes door genetische factoren, waardoor zij hoger scoren op de visuele code. Kortom, dit onderzoek heeft bijgedragen aan het verhelderen van de onduidelijkheid in de literatuur wat betreft sekseverschillen op *number sense*. De studie laat zien dat er wel degelijk sekseverschillen zijn waar te nemen op het gebied van het *triple code model* (visuele code). Echter, verder onderzoek is gewenst.

Referenties

- Aunio, P. (2006). *Number sense in young children – (Inter)national group differences and an intervention programme for children with low and average performance.* Helsinki, Finland: Yliopistopaino.
- 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.
doi:10.1080/088562505000055578
- Barth, H., La Mont, K., Lipton, J., Dehaene, S., Kanwisher, N., & Spelke, E. (2006). Non-symbolic arithmetic in adults and young children. *Cognition, 98*, 199-222.
doi:10.1016/j.cognition.2004.09.011
- Berch, D. B. (2005). Making sense of number sense: Implications for children with mathematical disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 38*, 333-339.
doi:10.1177/0741932507309712
- Bugden, S., & Ansari, D. (2011). Individual differences in children's mathematical competence are related to the intentional but not automatic processing of Arabic numerals. *Cognition, 118*, 32-44. doi:10.1016/j.cognition.2010.09.005
- Carr, M., Hettlinger 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
- Campbell, J. I. D., & Metcalfe, A. W. S. (2008). Arabic digit naming speed: Task context and redundancy gain. *Cognition, 107*, 218-237.
doi:10.1016/j.cognition.2007.10.001
- Chard, D. J., Clarke, B., Baker, S., Otterstedt, J., Braun, D., & Katz, R. (2005). Using measures of number sense to screen for difficulties in mathematics: Preliminary findings. *Assessment for Effective Intervention, 30*, 3-14.
doi:10.1177/073724770503000202

- Clarke, B., & Shinn, M. R. (2004). A preliminary investigation into the identification and development of early mathematics curriculum-based measurement. *School Psychology Review, 33*, 234-248.
- Cordes, S., & Gelman, R. (2005). The young numerical mind: When does it count? In J. I. D. Campbell (Ed.), *Handbook of Mathematical Cognition* (pp. 127-142). Hove, New York: Psychology Press.
- Davis, H., & Carr, M. (2002). Gender differences in mathematics strategy use: The influence of temperament. *Learning and Individual Differences, 13*, 83-95. doi:10.1016/S1041-6080(02)00063-8
- Dehaene, S., & Cohen, L. (1995). Towards an anatomical and functional model of number processing. In B. Butterworth (Ed.), *Mathematical Cognition* (pp. 83-120). Hove, United Kingdom: Psychology Press.
- Fayol, M., & Seron, X. (2005). About numerical representations. Insights from neuropsychological, experimental, and developmental studies. In J. I. D. Campbell (Ed.), *Handbook of Mathematical Cognition* (pp. 3-23). Hove, New York: Psychology Press.
- Fias, W., Reynvoet, B., & Brysbaert, M. (2001). Are Arabic numerals processed as pictures in a stroop interference task? *Psychological Research, 65*, 242-249. doi:10.1007/s004260100064
- Gelman, R., & Gallistel, C. R. (1978). *The child's understanding of number*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- 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, 115*, 394-406. doi:10.1016/j.cognition.2010.02.002
doi:10.1016/j.appdev.2004.02.003
- Howell, S. C., & Kemp, C. R. (2010). Assessing preschool number sense: Skills demonstrated by children prior to school entry. *Educational Psychology, 30*, 411-429. doi: 10.1080/01443411003695410

- Jordan, N. C., Glutting, J., & Ramineni, C. (2010). The importance of number sense to mathematics achievement in first and third grades. *Learning and Individual Differences, 20*, 82-88. doi:10.1016/j.lindif.2009.07.004
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Nabors Oláh, 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
- Kroesbergen, E. H., Van Luit, J. E. H., Van Lieshout, E. C. D. M., Van Loosbroek, E., & Van de Rijt, B. A. M. (2009). Individual differences in early numeracy: The role of executive functions and subitizing. *Journal of Psychoeducational Assessment, 27*, 226-236. doi: 10.1177/0734282908330586
- Locuniak, M. N., & Jordan, N. C. (2008). Using kindergarten number sense to predict calculation fluency in second grade. *Journal of Learning Disabilities, 41*, 451-459. doi: 10.1177/0022219408321126
- 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.
- Lyons, I. M., Beilock, S. L. (2011). Numerical ordering ability mediates the relation between number-sense and arithmetic competence. *Cognition, 121*, 256-261. doi:10.1016/j.cognition.2011.07.009
- Nieder, A., & Dehaene, S. (2009). Representation of number in the brain. *Annual Review of Neuroscience, 32*, 185-208. doi:10.1146/annurev.neuro.051508.135550
- 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
- Reynvoet, B., & Brysbaert, M. (1999). Single-digit and two-digit Arabic numerals address the same semantic number line. *Cognition, 72*, 191-201. doi:10.1016/S0010-0277(99)00048-7

- Reynvoet, B., Brysbaert, M., & Fias, W. (2002). Semantic priming in number naming. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *55A*, 1127-1139.
doi:10.1080/02724980244000116
- Schleifer, P., & Landerl, K. (2011). Subitizing and counting in typical and atypical development. *Developmental Science*, *14*, 280-291.
- Schmithorst, V. J., & Brown, R. D. (2004). Empirical validation of the triple-code model of numerical processing for complex math operations using functional MRI and Group Independent Component Analysis of the mental addition and subtraction of fractions. *NeuroImage*, *22*, 1414-1420. doi:10.1016/j.neuroimage.2004.03.021
- Schneider, M., Heine, A., Thaler, V., Torbeyns, J., De Smedt, B., Verschaffel, L., . . . Stern, E. (2008). A validation of eye movements as a measure of elementary school children's developing number sense. *Cognitive Development*, *23*, 409-422.
doi:10.1016/j.cogdev.2008.07.002
- Van Loosbroek, E., Dirx, G. S. M. A., Hulstijn, W., & Janssen, F. (2009). When the mental number line involves a delay: The writing of numbers by children of different arithmetical abilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, *102*, 26-39. doi:10.1016/j.jecp.2008.07.003
- Van Luit, J. E. H., & Van de Rijt, B. A. M. (2009). De Utrechtse Getalbegrip Toets – Revised. Het belang van vroegtijdige signalering. *Tijdschrift voor Orthopedagogiek*, *48*, 255-270. doi:1874/169826
- Van Luit, J. E. H., & Van de Rijt, B. A. M. (2009). *Utrechtse Getalbegrip Toets-Revised [Early Numeracy Test-Revised]*. Doetinchem: Graviant.
- Xu, F., & Spelke, E. S. (2000). Large number discrimination in 6-month-old infants. *Cognition*, *74*, B1-B11. doi:10.1016/S0010-0277(99)00066-9