
Het verschil in getalbegrip tussen vroege en late leerlingen uit groep 2

Pedagogische Wetenschappen 2011/2012

Universiteit Utrecht

Bachelorthesis

20060004211-3

Jeanine van Dijk	3378780
Daniëlle Sijtsma	3839168
Marieke Taat	3466124

Ilona Friso-van den Bos
Groep 5

18-06-2012

Samenvatting

Binnen dit onderzoek is gekeken naar het verschil in de ontwikkeling van getalbegrip op basis van het triple-code model tussen vroege en late leerlingen bij kinderen uit groep 2.

Methode: De steekproef bestaat uit 444 leerlingen uit groep 2 van 25 basisscholen over heel Nederland verspreid. De gemiddelde leeftijd van de kinderen was respectievelijk 5;7 jaar. Voor de resultaten is gebruik gemaakt van de taken: niet symbolisch en symbolisch vergelijkentaak, de getallenlijntaak en UGT-R.

Resultaten: Voor de analoge code is bij de getallenlijntaak een marginaal significant verschil gevonden ($p=.06$). Daarnaast is bij deze code op de niet symbolische taak is een significant effect gevonden ($p<.01$). Bij de verbale code is een significant effect gevonden ($p<.001$). En tot slot is bij de visuele code is een marginaal significant effect gevonden ($p=.07$).

Conclusie: De resultaten van de ANCOVA tonen aan dat er geen eenduidig antwoord kan worden gegeven of late leerlingen verder ontwikkeld zijn in getalbegrip dan vroege leerlingen. Enkel op de verbale code is een significant verschil gevonden. Bij de overige codes zijn er marginaal significante effecten gevonden. Er kan niet gezegd worden dat late leerlingen op basis van het triple-code model een beter ontwikkeld getalbegrip hebben, echter zijn hier wel sterke vermoedens voor.

Discussie: De resultaten kunnen beïnvloed zijn door het geringe aantal instrumenten en de beperkingen van de psychometrische kwaliteiten hiervan. Daarnaast is ook over de ontwikkeling en de samenhang van de codes nog niet voldoende onderzoek. Dit onderzoek geeft aanzet tot verdere exploratie van het verband tussen leeftijd en getalbegrip.

Trefwoorden: getalbegrip, triple-code model, vroege en late leerlingen, groep 2.

Inleiding

Rekenen is een belangrijke vaardigheid om te beheersen. Niet alleen omdat het vaak een vereiste is om een opleiding succesvol af te ronden, maar ook voor activiteiten in het dagelijks leven zoals het invullen van belastingformulieren of internetbankieren. Daarom is het belangrijk dat deze vaardigheid zich goed ontwikkelt. Onderzoek naar de fundamentele van rekenvaardigheid en verklaringen voor de individuele verschillen hierin is daarom van groot belang en heeft het afgelopen decennium steeds meer aandacht gekregen (Berch, 2005; Desoete, Ceulemans, De Weerd, & Pieters, 2010; Ivrendi, 2011; Jordan, Gluting, & Ramenini, 2010; Jordan, Kaplan, Olah, & Locuniak, 2006; Kroesbergen, Kolkman, & Van de Ven, 2009; Nickerson & Whitacre, 2010; Van Nes & Van Eerde, 2010). Binnen dit onderzoek wordt gekeken of er een verschil is in getalbegrip op basis van leeftijd. Met behulp van studie naar de fundamentele en verklaringen voor verschillen tussen individuen kunnen mogelijk leerlingen met een achterstand geïdentificeerd worden. Door het vroege identificeren kunnen eventuele leerachterstanden aangepakt worden, waardoor een verdere achterstand kan worden beperkt. Daarnaast is het met nieuwe kennis mogelijk om de programma's voor deze leerlingen verder te ontwikkelen en te verbeteren om zo de al opgelopen achterstand zo effectief mogelijk aan te pakken (Desoete et al., 2010).

De basis van het rekenen is het getalbegrip. Het getalbegrip, ook wel het informele rekenen, is de voorloper van het latere formele rekenen (Berch, 2005; Lago & DiPerna, 2010). Spelenderwijs is het getalbegrip, al ver voor groep 3 aanwezig (Jordan, Kaplan, Olah, & Locuniak, 2006). Maar wat wordt verstaan onder getalbegrip? Binnen dit onderzoek wordt van de definitie van Dehaene (1997) uitgegaan voor getalbegrip: Getalbegrip wordt omschreven als het vermogen om numerieke hoeveelheden te verwerken, begrijpen en te schatten. Een voorbeeld van het verwerken van numerieke hoeveelheden is het zien dat er aan een kapstok drie jassen hangen. Het begrijpen heeft betrekking op twee koekjes mogen pakken en daarbij begrijpen hoeveel 'twee koekjes' zijn. Tot slot het schatten. Dit is bijvoorbeeld op een getallenlijn van 0 tot 100 schatten waar het getal 50 ligt.

Om getalbegrip meetbaar te maken wordt binnen dit onderzoek uitgegaan van het 'triple-code model' van Dehaene (1997). Dit is de meest gebruikte indeling als het gaat om het representeren van numerieke aantallen in de hersenen. Binnen dit model worden drie codes onderscheiden. Ten eerste de analoge code voor de representatie van getalgrootte, #####, ten tweede de verbale code voor het herkennen van het woord dat bij een aantal hoort, 'vijf', en tot slot is er de visuele code waaronder het Arabische numerieke systeem valt, 5 (Dehaene, 1997). Een voorwaarde om te kunnen rekenen is het koppelen van de drie codes. Door het koppelen van de drie codes komt er een

mentale getallenlijn tot stand waarop de cijfersymbolen gekoppeld zijn aan hoeveelheden. Tussen de codes vindt een wisselwerking plaats, dit leidt tot verschillende routes (Dehaene, 1997). Bij elke route past een andere rekenvaardigheid. Een voorbeeld om dit toe te lichten is een optelsom. Bij een optelsom moet eerst een waarde aan de verbale code worden gegeven. Als bijvoorbeeld de juf vraagt: 'Wie weet hoeveel $1+2=?$ ', dan moet het kind in zijn of haar hoofd bedenken hoeveel de waarde van de verbale code '1' en de verbale code '2' is. Hierbij worden de verbale codes omgezet in hoeveelheden, die worden vergeleken op de mentale getallenlijn. Hierna kan uit de som een antwoord komen, namelijk '3'. Dan moet worden ingeschat of dit wel logisch is. Een constante dialoog tussen de analoge, verbale en visuele codes leiden tot een geïntegreerde route (Dehaene, 1997). Dit houdt in dat een kind nu een juiste koppeling kan maken tussen een cijfersymbool en een bepaalde hoeveelheid en vice versa. Hieronder zal op elke code dieper in worden gegaan.

Om te beginnen is er de analoge code. Deze code is het meest basaal en gaat over het schatten van hoeveelheden bij benadering (Barth, La Mont, Lipton, & Spelke, 2005; McCrink & Wynn, 2004). In verscheidene onderzoeken is gebleken dat de analoge code van nature aanwezig is. Zo beschikken baby's al over de vaardigheid om een onderscheid te kunnen maken tussen hoeveelheden van stippen (Brannon, 2002; McCrink & Wynn, 2004; Xu & Spelke, 2000). De kijktijd neemt bij telkens hetzelfde aantal stippen af, maar zodra het meer of minder stippen zijn, neemt de kijktijd van de baby weer toe (McCrink & Wynn, 2004). Hieruit blijkt dat baby's kunnen schatten dat er een verschil in hoeveelheden is. Daarnaast kan een kind vanaf twee jaar al aangeleerd worden om uit twee groepen voorwerpen, met een maximum van vijf, steeds de grootste groep te kiezen (Brannon & van de Walle, 2001).

Ten tweede de auditief-verbale code. Deze code van het triple-code model zorgt ervoor dat getallen om worden gezet in woorden, bijvoorbeeld 'acht' (Dehaene, 1997). Het belangrijkste onderdeel van de verbale code is tellen, dit is de basis, een belangrijke voorspeller voor latere rekenvaardigheden (Aunola, Leskinen, Lerkkanen, & Nurmi, 2004) en tevens belangrijk voor het leren van getallen (Dehaene, 1997). Het kind wordt geleerd zich bewust te maken dat er kortere manieren zijn om hoeveelheden te tellen (Ruijsenaars, Van Luit, & Van Lieshout, 2006). Het leren tellen bestaat uit zes fasen (Ruijsenaars et al., 2006). Uiteindelijk heeft het kind het elementaire getalbegrip, ook wel het kardinaalprincipe. Kinderen weten nu dat het laatste genoemde getal de gehele hoeveelheid representeert. Als kinderen gemiddeld vijf jaar zijn kunnen ze dit principe begrijpen en toepassen (Sarnecka & Cary, 2007).

Tot slot is er de visuele code. Onder de visuele code valt, zoals hierboven benoemd, het Arabische numerieke systeem (Dehaene, 1997). Kinderen komen al vroeg

in aanraking met de visuele code. Zo moeten kinderen eind groep 2 al over een behoorlijk scala aan visuele vaardigheden beschikken (Van den Bosch & De Jeager, 2010). Een tweetal voorbeelden. Ten eerste moet een kind de getallen tot en met 10 kunnen opschrijven en herkennen. Ten tweede moet een kind weten dat een 8 in lettergrootte 76, een grotere hoeveelheid is dan een 4 in lettergrootte 12 (Van den Bosch & De Jeager, 2010).

Over de het ontstaan en ontwikkeling van getalbegrip bestaan twee verschillende perspectieven: het aangeboren en het aangeleerde perspectief. Het aangeboren perspectief stelt dat getalbegrip is aangeboren. Bewijs dat hiervoor spreekt is onder andere te vinden in onderzoek naar het schatten van hoeveelheden stippen bij baby's, zoals eerder vermeld bij de analoge code. Echter speelt na de geboorte niet alleen de genetische aanleg (nature), maar ook de verworven ontwikkeling van de hersenen (nurture) een belangrijke rol (Stiles, 2008). De hersenen ontwikkelen zich gedurende de eerste levensjaren zeer snel (Kroesbergen, Van Luit, Van Lieshout, Van Loosbroek, & Van de Rijt, 2009; Müller, Dick, Gela, Overton, & Zelazo, 2006). De verworven ontwikkeling van de hersenen, het aangeleerde perspectief, is grotendeels ook afhankelijk van stimuli van buitenaf. Door uit te proberen en te ontdekken worden de hersenen continu geprikkeld om zich te ontwikkelen. Hoe meer de hersenen gestimuleerd worden, hoe meer de hersenen zich vormen (Berk, 2009). Door uitdagingen worden er constant nieuwe verbindingen gecreëerd tussen neuronen (zenuwcellen) in het hersenweefsel, waardoor de hersenen zich ontwikkelen (Kievit, Tak, & Bosch, 2011). Zo is er in onderzoek een verband gevonden tussen een hoge exploratie van de omgeving bij kruipen en getalbegrip (Kroesbergen, college CBL, 09-12-2011). Tevens zijn er bewijzen gevonden dat niet alleen de fysieke omgeving, maar ook de informele en sociale interactie met anderen een belangrijke rol spelen (Gersten & Chard, 1999). Deze verbanden wijzen erop dat ook de omgeving invloed heeft op getalbegrip (Boonen, Kolkman, & Kroesbergen, 2011; Kroesbergen, college CBL, 09-12-2011). Hierbij komt de vraag opdagen of eind groep 2 verwacht kan worden dat een kind van 5 jaar al over evenveel rekenvaardigheden beschikt als een kind van zes jaar? Want uitgaande van bovenstaand proces heeft, zonder naar het IQ te kijken, een kind van 6 jaar in principe een jaar voorsprong in hersenontwikkeling ten opzichte van 5 jarig kind. Tevens laat onderzoek zien dat leeftijd een goede voorspeller is voor getalbegrip aan het eind van de kleuterjaren. Oudere kinderen die in groep 1 beginnen hebben een lichte voorsprong op hun jongere leeftijdsgenoten. Dit verschil blijft gedurende het hele schooljaar (Jordan et al., 2006). De hoofdvraag luidt daarom als volgt: *Wat is het verschil in getalbegrip op basis van het triple-code model tussen vroege en late leerlingen in groep 2?* Onder late leerlingen worden leerlingen verstaan die in de eerste helft van het schooljaar zijn

geboren, de oudere leerlingen. Vroege leerlingen zijn leerlingen die in de 2^e helft van het schooljaar zijn geboren, de jongere leerlingen. Hierbij stellend de hypothese dat late leerlingen in groep 2 verder ontwikkeld zijn in getalbegrip op basis van het triple-code model dan vroege leerlingen in groep 2. Belangrijk aspect hierbij is dat er gekeken zal worden naar de ontwikkeling van getalbegrip op basis van het aangeboden onderwijs en niet op basis van het IQ. Daar de onderzoeksvraag gebaseerd is op het verschil tussen vroege en late leerlingen, dus het meer of minder hebben gehad van onderwijs, en niet op intelligentie.

Daarnaast is de vraag of er ook verschillen zijn tussen de drie onderdelen van het triple-code model met betrekking tot vroege en late leerlingen uit groep 2. Daarom is de hoofdvraag opgesplitst in een drietal deelvragen. *Wat is het verschil in getalbegrip, uitgesplitst in de drie codes van het triple-code model, tussen vroege en late leerlingen uit groep 2.* Voor alle drie de deelvragen geldt de hypothese: late leerlingen in groep 2 zijn verder ontwikkeld in getalbegrip op dan vroege leerlingen in groep 2.

Methoden

Participanten

De data is afkomstig van 25 scholen uit Nederland. Steekproefsgewijs is er een selectie gemaakt van 444 kinderen binnen de leeftijd van 4,87 en 7,04 jaar, waarbij de gemiddelde leeftijd 5;7 jaar was. Daarvan waren 229 kinderen onder de 5;7 jaar oud en 215 kinderen boven de 5;7 jaar oud. Onder vroege leerlingen verstaan we kinderen jonger dan 5;7 jaar en onder late leerlingen kinderen ouder dan 5;7 jaar. Er deden 245 jongens mee aan het onderzoek en 199 meisjes.

Instrumenten

Raven's test.

De Raven's test is een test die het intelligentieniveau meet (Evers, Braak, Frima, & Vliet-Mulder, 2009-2011). De test heeft drie verschillende versies, afhankelijk van de leeftijd. In dit onderzoek zal gebruik worden gemaakt van de Coloured Progressive Matrices (CPM), deze is geschikt voor de leeftijd van 4 tot en met 9 jaar. De test bestaat uit 36 items. Bij elk item is een rechthoekig patroon afgebeeld waarbij een stukje uit de afbeelding is weggelaten. Het kind krijgt zes afbeeldingen voorgelegd en moet de goede kiezen die in de open plaats past. In dit onderzoek worden de ruwe scores gebruikt.

De psychometrische kwaliteiten van de Raventest zijn over het algemeen voldoende (Evers et al., 2009-2011). Alleen de kwaliteit van het testmateriaal is met een goed beoordeeld. De normen van de test zijn echter onvoldoende, dit komt omdat wegens veroudering de normen niet meer bruikbaar zijn.

Getallenlijntaak.

De getallenlijntaak wordt gebruikt voor het meten van de analoge code. Gedurende deze taak, gebruik makend van de *Number-to-Position 1-100 taak* (Laski & Siegler, 2007), krijgen de kinderen een horizontale getallenlijn te zien met de getallen 1 tot en met 100. Na een korte introductie over de positie van de getallen 1 en 100 door de testleider, moeten de kinderen gedurende de test 22 verschillende getallen positioneren op deze getallenlijn. Hierbij worden de geschatte antwoorden van de kinderen vergeleken met de juiste positie op de getallenlijn. Voor deze test is gekozen, omdat het onderdeel schatten onder de analoge valt.

Siegler en Booth (2004) noemen de getallenlijntaak als relatief zuivere meting van numerieke schatting. Daarnaast is de taak volgens hen ecologisch valide. Ten derde maakt deze taak het mogelijk om relatief eenvoudig alternatieve modellen van numerieke representatie te testen. Ten slotte hebben zij in hun onderzoek bij twee van de drie klassen een significant verband gevonden tussen de nauwkeurigheid van de schatting van de kinderen en hun prestaties op het rekenen (Siegler & Booth, 2004).

Niet symbolisch vergelijkentaak.

Daarnaast wordt de analoge code ook gemeten door middel van de niet symbolisch vergelijkentaak. Tijdens deze taak, worden de kinderen twee gebieden met stippen getoond. Van het kind wordt verwacht om continue, gedurende 26 trials, aan te geven in welk gebied de meeste stippen voorkomen. Hierbij wordt gevarieerd in de grootte van de stippen en de oppervlakte van de sets (Barth et al., 2006; Gebuis, Kadosh, & de Haan, 2008). Na 1500ms verschijnen twee nieuwe gebieden met stippen op het scherm. Om te voorkomen dat de kinderen kunnen gaan tellen, verdwijnen deze gebieden na 840ms. Hierna klinkt er een piep, waarna het kind heeft dan nog 4160ms de tijd om antwoord te geven.

Mundy en Gilmore (2009) hebben in hun onderzoek ook gebruik gemaakt van niet symbolisch vergelijken. Uit dit onderzoek blijkt dat er een correlatie was tussen de behaalde scores van de kinderen op de taak en hun rekenscores.

Symbolisch vergelijkentaak.

Voor de visuele code wordt de symbolisch vergelijkentaak gebruikt. Binnen deze taak worden aan de kinderen geen stippen, maar aan cijfers getoond. Gedurende deze test verschijnen er op het scherm constant twee cijfers tussen de één en de negen. Hierbij wordt steeds van de kinderen verwacht dat zij het grootste getal kiezen met een maximale responstijd van 5 seconden. Om ervoor te zorgen dat de kinderen gedurende de test gefocust blijven, komt er voor elke serie nieuwe getallen een piepgeluid. De test bestaat uit 26 items. In tegenstelling tot het niet symbolisch vergelijken blijven de getallen net zo lang staan totdat het antwoord is gegeven of de maximale tijd om is.

Clarke en Shinn (2004) hebben de psychometrische kwaliteiten van de symbolisch vergelijkentaak onderzocht. Volgens hun onderzoek heeft het symbolisch vergelijken, in vergelijking met andere taken, de sterkste betrouwbaarheid en validiteit als de beste indicator voor het vroege rekenen (Clarke & Shinn, 2004). Daarnaast blijkt dat de behaalde scores op de taak correleren met de score op rekenen (Mundy & Gilmore, 2009).

Utrechtse getalbegriptoets – revised.

Voor het verbale aspect is gebruik gemaakt van de Utrechtse Getalbegrip Toets-Revised (UGT-R) om de rekenvaardigheden van de kinderen te meten (Van Luit & Van de Rijt, 2009). De gehele test bestaat uit twee versies, bestaande uit negen subschalen. In dit onderzoek wordt alleen gebruik gemaakt van de vier subschalen van versie A die het tellen meten. De eerste subschaal is het gebruiken van getalwoorden: voorwaarts en achterwaarts tellen tot 20, waarbij gebruik wordt gemaakt van kardinale en ordinale getallen. De tweede subschaal is gestructureerd tellen: dit gaat om tellen terwijl wordt gewezen naar objecten en het herkennen van getallen op een dobbelsteen. De derde subschaal is resultatief tellen: hierbij gaat het om het tellen zonder het wijzen naar objecten. De vierde en laatste subschaal is het algemeen begrijpen van getalwoorden: het gebruiken van getallen in alledaagse situaties. Elke subschaal bevat vijf items en wordt gescoord met nul (voor een fout antwoord) en één (voor een goed antwoord).

De psychometrische kwaliteiten van de UGT-revised heeft een voldoende voor de normen en de betrouwbaarheid (Evers et al., 2009-2011). Daarnaast heeft het een goed voor de uitgangspunten, testmateriaal en handleiding. De begripsvaliditeit en criteriumvaliditeit hebben echter een onvoldoende, dit komt omdat er te weinig onderzoek naar is gedaan.

Procedure

De testen die gebruikt zijn voor dit onderzoek zijn afgenomen onder schooltijd. De Raven test is klassikaal afgenomen, de overige testen zijn individueel buiten de klas afgenomen. Er zijn hiervoor in totaal drie toetsings sessies geweest. Elke sessie duurde ongeveer een half uur en werd afgenomen door een getrainde testassistent. Na afloop van elke sessie is het kind beloond met een sticker.

Resultaten

In dit deel van het onderzoek zal per code (analoog, visueel en verbaal) worden gekeken naar de verschillen tussen vroege en late leerlingen. Bij elke code wordt de hypothese gesteld dat de late leerlingen verder ontwikkeld zijn dan vroege leerlingen.

Voor het toetsen van de drie hypothesen wordt bij elke code gebruik gemaakt van een ANCOVA. De afhankelijke variabele verschilt per code, hierbij worden steeds de resultaten van een ander instrument gebruikt. Uit de correlatietoets blijkt dat de verschillende instrumenten allemaal significant met elkaar samenhangen (Tabel 2). De leeftijdsgroep van de leerling wordt als factor gebruikt. Daarnaast wordt de Raven's Test (Evers et al., 2009-2011) als covariaat gebruikt. Deze covariaat wordt toegevoegd om uit te sluiten dat het verschil in getalbegrip verklaard kan worden door het IQ. De gemiddelde leeftijd van de leerlingen is 5;7 jaar. De gehele onderzoeksgroep bestaat uit 444 leerlingen. Bij de drie codes is het aantal leerlingen echter niet hetzelfde, dit komt omdat bij sommige kinderen een aantal instrumenten niet zijn afgenomen. De kinderen waarbij een instrument niet is afgenomen worden in het onderzoek niet meegenomen in de resultaten.

Nu zal per code de resultaten worden besproken.

Tabel 1.

Beschrijvende Statistiek Leeftijd

	Vroege leerlingen			Late leerlingen		
	<i>N</i>	<i>Mscore</i>	<i>SD</i>	<i>N</i>	<i>Mscore</i>	<i>SD</i>
Getallenlijntaak	230	.55	.24	201	.61	.24
Niet symbolisch vergelijken	229	20.10	4.10	204	21.42	3.39
Symbolisch vergelijken	230	21.59	4.05	204	22.20	3.51
UGT-R	232	9.74	4.55	204	11.86	4.17

Tabel 2.

Correlatietoets

		Getallenlijntaak	Niet symbolisch vergelijkentaak	Symbolisch vergelijkentaak	UGT-R
Getallenlijntaak	Pearson correlatie	1	.30	.30	.37
	Significantie	-	<.001	<.001	<.001
Niet symbolisch vergelijkentaak	Pearson correlatie	.30	1	.47	.29
	Significantie	<.001	-	<.001	<.001
Symbolisch vergelijkentaak	Pearson correlatie	.30	.47	1	.43
	Significantie	<.001	<.001	-	<.001
UGT-R	Pearson correlatie	.37	.29	.43	1
	Significantie	<.001	<.001	<.001	-

Analoge code

Als eerst wordt de hypothese getoetst met als afhankelijke variabele de niet symbolisch vergelijkentaak (Barth et al., 2005; Gebuis et al., 2008).

Uit de resultaten blijkt dat het effect van het IQ significant is ($F(1,430)=13.76$, $p<.001$, $\eta^2=.03$). Daarnaast blijkt dat, gecorrigeerd op het IQ, er een significant effect van de leeftijdsgroep (vroeg/laat) op de niet symbolisch vergelijkentaak score is ($F(1, 430)=9.15$ $p<.01$ $\eta^2=.02$). De effectgrootte is $\eta^2= 0.02$, wat betekend dat het effect van leeftijd op de score van de niet symbolisch vergelijkentaak een klein effect is. Deze uitslag ondersteunt de hypothese dat late leerlingen uit groep 2 een verder ontwikkelde analoge code hebben ten opzichte van vroege leerlingen uit groep 2.

Daarnaast wordt de analoge code ook getoetst met een ANCOVA waarbij de getallenlijn taak als afhankelijke variabele wordt gebruikt (Laski & Siegler, 2007). Bij dit instrument kunnen de resultaten worden berekend op basis van de scores van 434 kinderen.

Uit de resultaten blijkt dat het effect van het IQ significant is, $F(1,431)=19.53$, $p<.001$, $\eta^2=.04$. Daarnaast blijkt dat er, gecorrigeerd op het IQ, een marginaal significant effect is van de leeftijdsgroep (vroeg/laat) op de getallenlijn score, $F(1, 431)=3.48$ $p=.06$ $\eta^2=.01$. De hypothese wordt verworpen. Late leerlingen scoren op deze test niet significant hoger dan vroege leerlingen.

Visuele code

Bij deze code wordt de symbolisch vergelijkentaak als afhankelijke variabele gebruikt (Barth et al., 2005; Gebuis et al., 2008).

Uit de resultaten blijkt dat het effect van IQ op de score significant is, $F(1,431)=45,43$, $p<.001$, $\eta^2=.10$). Het effect van de leeftijdsgroep op de score is marginaal significant, $F(1,431)=3.20$, $p=.07$, $\eta^2=.01$. De hypothese wordt verworpen, er is geen statische onderbouwing. Late leerlingen scoren niet hoger op de visuele code dan vroege leerlingen.

Verbale code

Bij het toetsen van de verbale code wordt de UGT-R (Van Luit & Van de Rijt, 2009) als afhankelijke variabele gebruikt.

Na het uitvoeren van de ANCOVA zijn de gemiddelde scores gecorrigeerd op het IQ. Het effect van het IQ op de scores is significant, $F(1,433)=99.75$, $p<.001$, $\eta^2=.19$. Dit wil zeggen dat het toevoegen van de covariaat correct is. Tevens is het effect van de leeftijdsgroep (vroeg of laat) significant, $F(1,433)=12.69$, $p<.001$, $\eta^2=.03$. Late

leerlingen scoren significant hoger op deze test in vergelijking met vroege leerlingen. De hypothese wordt aanvaard.

Conclusie en Discussie

In dit onderzoek is bekeken of er een verschil in getalbegrip is op basis van het triple-code model tussen vroege en late leerlingen uit groep 2. Hierbij is gecontroleerd op het IQ van de kinderen, zodat een mogelijk gevonden verschil niet verklaard kan worden door het verschil in IQ. Het IQ is gemeten door middel van de Raventest. In dit onderzoek zijn alle codes van het triple-code model onderzocht, de resultaten hiervan lopen uiteen. Allereerst worden de resultaten van respectievelijk de analoge, verbale en visuele code besproken en vergeleken met de resultaten vanuit de literatuur. Vervolgens wordt besproken hoe deze resultaten de onderzoeksvraag beantwoord. Ten slotte worden de beperkingen van het onderzoek en de gevolgen hiervan op de resultaten besproken, waarbij ook suggesties voor vervolgonderzoek worden gedaan.

De analoge code is door middel van twee taken gemeten; de niet symbolisch vergelijkentaak en de getallenlijntaak. Uit de resultaten van de niet symbolisch vergelijkentaak blijkt dat er een significant effect is van leeftijd op de score van de taak. Late leerlingen behaalden een significant betere score dan vroege leerlingen. Deze resultaten komen overeen met het resultaten vanuit de literatuur. Uit de literatuur blijkt dat iedereen van nature beschikt over het vermogen om hoeveelheden bij benadering te schatten (Dehaene, 1997; McCrink & Wynn, 2004; Xu & Spelke, 2000). Maar niet alleen deze aanleg (nature) heeft invloed, ook de verworven ontwikkeling van de hersenen (nurture) speelt een rol (Stiles, 2008). De verworven ontwikkeling van de hersenen is grotendeels afhankelijk van stimuli van buitenaf. Door uit te proberen en te ontdekken worden de hersenen continu geprikkeld om zich te verbeteren. Hoe meer de hersenen gestimuleerd worden, hoe sneller en hoe meer de hersenen zich vormen (Berk, 2009). Wanneer zowel de mate van aanleg als de stimulering van de hersenen gelijk is, wordt er een hogere score van late leerlingen op deze taak verwacht omdat zij langer aan de omgeving bloot hebben gestaan en meer tijd gehad hebben om zich te ontwikkelen. De niet symbolisch vergelijkentaak steunt deze theorie; late leerlingen scoren hoger dan vroege leerlingen. Hieruit kan de conclusie getrokken worden dat late leerlingen een beter ontwikkelde analoge code hebben, waarschijnlijk omdat zij langer blootgesteld zijn aan invloeden van de omgeving.

Naast de resultaten van de niet symbolisch vergelijkentaak kunnen ook de resultaten van de getallenlijntaak verklaard worden. Bij deze taak is er een marginaal significant effect gevonden, waarbij late leerlingen hogere scores behaalden in vergelijking met vroege leerlingen. Er werd echter een significant effect verwacht net als

bij de niet symbolisch vergelijkentaak. De oorzaak van de verschillende uitslagen tussen beide taken is mogelijk verklaarbaar door de gebruikte instrumenten. Hoewel bij de getallenlijntaak het vermogen om te schatten gebruikt wordt is er ook een visueel aspect aanwezig bij deze taak. De kinderen krijgen namelijk een horizontale getallenlijn te zien met de getallen 1 tot en met 100. Daarna moeten zij 22 verschillende getallen positioneren op deze getallenlijn (Laski & Siegler, 2007). Bij deze taak speelt dus ook de beheersing van de visuele code een rol. Zoals in de resultaten besproken is de er een marginaal significant verschil tussen vroege en late leerlingen op de visuele code. Het feit dat deze code ook in deze taak zit is een mogelijke verklaring voor het feit dat de resultaten op deze taak marginaal significant zijn en niet significant zoals op de niet symbolisch vergelijkentaak. Daarnaast kunnen ook psychometrische kwaliteiten van de getallenlijntaak mee hebben gespeeld, deze beperkingen zullen nog besproken worden. Met deze resultaten kan de bijbehorende hypothese dat late leerlingen een beter ontwikkelde getalbegrip op het gebied van de analoge code worden aangehouden.

De verbale code is gemeten door middel van de Utrechtse Getalbegrip Toets – Revised (UGT-R). Uit de resultaten blijkt dat er een significant effect is van leeftijd op de score van de taak. Late leerlingen hadden een significant hogere score dan vroege leerlingen. Deze resultaten komen overeen met het resultaat vanuit de literatuur. Zoals ook bij de analoge code vermeld is, is getalbegrip aangeboren, maar ontwikkelt het getalbegrip zich verder door invloed van de omgeving (Dehaene, 1997). Daarnaast ontwikkelen de telvaardigheden zich naarmate het kind ouder wordt, hierbij worden verschillende fasen doorlopen (Ruijsenaars et al., 2006). Leerlingen zullen naarmate ze ouder worden, beter presteren op telvaardigheden. Ook zullen de telvaardigheden in de loop van de tijd beter geautomatiseerd zijn (Kroesbergen et al., 2009). Met deze resultaten kan de bijbehorende hypothese dat late leerlingen een beter ontwikkelde getalbegrip op het gebied van de verbale code hebben bevestigd worden.

De visuele code is gemeten door middel van de symbolisch vergelijkentaak. Uit de resultaten van de symbolisch vergelijkentaak blijkt dat er een marginaal significant effect is van leeftijd op de score van de taak. Late leerlingen behaalden een betere score dan vroege leerlingen. Ook bij deze code blijkt dat zowel de genetische aanleg (nature) als de verworven ontwikkeling van de hersenen (nurture) een belangrijke rol speelt (Stiles, 2008). Wanneer zowel de mate van genetische aanleg als de stimulering van de hersenen gelijk is, wordt er een hogere score van late leerlingen op deze taak verwacht. Een mogelijke verklaring voor het niet significante effect tussen de leeftijd en de score op de symbolisch vergelijkentaak is dat de aanleg of de stimulering bij deze code niet gelijk is. Daarnaast kunnen ook psychometrische kwaliteiten van de symbolisch vergelijkentaak mee hebben gespeeld, de beperkingen van deze taak zullen hieronder nog besproken

worden. Met deze resultaten zal de bijbehorende hypothese dat late leerlingen een beter ontwikkelde getalbegrip op het gebied van de visuele code hebben worden aangehouden.

Door de tegenstrijdige resultaten kan op de hoofdvraag; *Wat is het verschil in getalbegrip op basis van het triple-code model tussen vroege en late leerlingen in groep 2?*, geen eenduidig antwoord gegeven worden door de verschillende resultaten op de deelvragen. Voor de analoge is een marginaal effect gevonden op de getallenlijntaak en een significant effect op de niet symbolisch vergelijkentaak. De verbale code is gemeten door middel van de UGT-R, hierbij was de uitslag significant. Tot slot is er een marginaal significant effect gevonden voor de visuele code. Bij zowel de analoge code als de visuele code zijn er indicaties dat late leerlingen in deze codes beter ontwikkeld zijn, maar hier is nog niet voldoende statistisch bewijs voor. Bij de verbale code is een significant effect gevonden, late leerlingen hebben een beter ontwikkelde verbale code dan vroege leerlingen. Om een eenduidig antwoord te krijgen op de hoofdvraag zal er gekeken worden naar de beperkingen van dit onderzoek en naar mogelijk vervolgonderzoek.

Een van de beperkingen van het onderzoek die de resultaten mogelijk beïnvloed heeft is het feit dat twee van de drie codes gemeten zijn door middel van slechts één taak. Door het aantal taken per code te verhogen in vervolgonderzoek zal de constructvaliditeit verhoogd worden.

Ook kunnen de psychometrische kwaliteiten van de instrumenten een rol hebben gespeeld. Over de psychometrische kwaliteiten van zowel de getallenlijntaak als de symbolische en niet symbolische taken is weinig bekend. Deze taken worden in andere wetenschappelijke onderzoeken met betrekking tot getalbegrip vaker gebruikt en zijn er verscheidene wetenschappelijke onderzoeken gedaan rondom deze taken (; Mundy & Gilmore, 2009;; Siegler & Booth, 2004). Op basis van de argumenten en correlaties die in deze onderzoeken voorkwamen is er gekozen voor deze instrumenten. Echter zal meer studie naar de psychometrische kwaliteiten van deze taken het onderzoek sterker onderbouwen. Er is nu een mogelijkheid dat de instrumenten, ondanks de eerder genoemde argumenten en correlaties, onvoldoende valide of betrouwbaar zijn, wat de resultaten ondermijnt. De psychometrische kwaliteiten van de UGT-revised heeft een voldoende voor de normen en de betrouwbaarheid (Evers et al., 2009-2011). Daarnaast heeft het een goed voor de uitgangspunten, testmateriaal en handleiding. De begripsvaliditeit en criteriumvaliditeit hebben echter een onvoldoende, dit komt omdat er te weinig onderzoek naar is gedaan. De psychometrische kwaliteiten van de Raventest zijn over het algemeen voldoende (Evers et al., 2009-2011). Alleen de kwaliteit van het testmateriaal is met een goed beoordeeld. De normen van de test zijn echter onvoldoende, dit komt omdat wegens veroudering de normen niet meer bruikbaar zijn. Het gebrek aan informatie over de validiteit en betrouwbaarheid van de testen en de

onvoldoende beoordelingen van onderdelen van de UGT-revised en de Raven test, is ook niet zeker of de metingen die in dit onderzoek gedaan zijn met deze instrumenten geheel betrouwbaar en valide zijn.

Hiernaast kan men zich ook nog af vragen in hoeverre de codes los van elkaar gezien kunnen worden. Uit de resultaten van van de correlatietest blijkt namelijk dat alle vier de testen die zijn gebruikt om de verschillende codes te meten, significant met elkaar samenhangen (zie Tabel 2). De vraag is of het hierdoor wel mogelijk is om elke code apart te kunnen meten. Omdat er een grote samenhang is, zou worden verwacht dat elke code hetzelfde resultaat laat zien. Dit is echter tegenstrijdig met de resultaten van de verschillende testen. Er zal verder onderzocht moeten worden in hoeverre de codes met elkaar samenhangen of juist apart van elkaar ontwikkelen. Daarnaast kan vervolgonderzoek gedaan worden om te kijken welke eventuele verschillen in omgevingsfactoren (het grootste) effect hebben op de codes van getalbegrip. Ook zal longitudinaal onderzoek gedaan moeten worden om te kijken of een eventueel verschil tussen vroege en late leerlingen op den duur veranderd. Zo kan het effect uitdoven of juist versterken.

Naast een bijdrage aan de wetenschap, heeft dit onderzoek ook mogelijke gevolgen voor de praktijk. Wanneer vroege leerlingen een achterstand ten opzichte van late leerlingen hebben, kan hier meer rekening mee worden gehouden in de klas. Zo zal door verder onderzoek eventuele achterstanden direct aangepakt worden, waardoor een verdere achterstand beperkt kan worden. Daarnaast is het met nieuwe kennis mogelijk om de programma's voor deze leerlingen verder te ontwikkelen en te verbeteren om zo de al opgelopen achterstand zo effectief mogelijk aan te pakken (Desoete et al., 2010).

De resultaten van dit onderzoek geven een indicatie voor verschil tussen vroege en late leerlingen uit groep 2 met betrekking tot getalbegrip. Hierbij hebben de late leerlingen een voorsprong op de vroege leerlingen. Voor de analoge code was een significant effect gevonden, volgens dit onderzoek zijn late leerlingen gecorrigeerd op het IQ dus verder ontwikkeld in getalbegrip dan vroege leerlingen. Voor de verbale en visuele code was een marginaal significant effect gevonden, wat een indicatie geeft. Verder onderzoek is nodig om hier duidelijke uitspraken over te kunnen doen. Concluderend kan er gezegd worden dat, ondanks niet alle resultaten binnen dit onderzoek overtuigend significant waren, deze wel aanleiding geven om te zoeken naar verdere fundamentele en verklaringen voor de gevonden verschillen.

Literatuurlijst

- 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, 96*, 699-713.
- Barth, H., La Mont, K., Lipton, J., & Spelke, E. S. (2005). Abstract number an arithmetic in preschool children. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 102*, 14116-14121.
- Berch, D. B. (2005). Making sense of number sense: Implications for children with mathematical disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 38*, 333-339. doi:10.1177/00222194050380040901
- Berk, L. E. (2009). *Child development*. Boston: Pearson Education.
- Boonen, A. J. H., Kolkman, M. E., & Kroesbergen, E. H. (2011). The relation between teachers' math talk and the acquisition of number sense within kindergarten classrooms. *Journal of School Psychology, 49*, 281-299.
- Brannon, E. M. (2002). The development of ordinal numerical knowledge in infancy. *Cognition, 83*, 223-240. doi:10.1016/S0010-0277(02)00005-7
- Brannon, E. M., & Van de Walle, G. (2001). Ordinal numerical knowledge in young children. *Cognitive Psychology, 43*, 53-81. doi:10.1016/S0010-0277(02)00005-7
- Clarke, B., & Shinn, M. (2004). A preliminary investigation into the identification and development of early mathematics curriculum- based measurement. *School Psychology Review, 33*, 234-248.
- Dehaene, S. (1997). *The number sense: How the mind creates mathematics*. New York: Oxford University Press.
- Desoete, A., Ceulemans, A., De Weerd, F., & Pieters, S. (2010). Can we predict mathematical learning disabilities from symbolic and non-symbolic comparison tasks in kindergarten? Findings from a longitudinal study. *British Journal of Educational Psychology, 82*, 64-81. doi: 10.1348/2044-8279.002002

- Evers, A., Braak, M. S. L., Frima, R. M., & Vliet-Mulder, J. C. van (2009-2011). *COTAN Documentatie*. Amsterdam: Boom test uitgevers.
- Gebuis, T., Kadosh, R. C., & De Haan, E. (2008). Automatic quantity processing in 5-year olds and adults. *Cognitive Processes, 10*, 133-142.
doi: 10.1007/s10339-008-0219-x
- 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.
- Ivrendi, A. (2011). Influence of self-regulation on the development of children's number sense. *Early Childhood Education Journal, 39*, 239-247.
doi:10.1007/s10643-011-0462-0
- 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., Olah, L. N., & Locuniak, M. N. (2006). Number sense growth in kindergarten. *Child Development, 77*, 153-175.
doi:10.1111/j.1467-8624.2006.00862.x
- Kievit, Th., Tak, J. A., & Bosch, J. D. (2011). *Handboek psychodiagnostiek voor de hulpverlening aan kinderen*. Utrecht: De Tijdstroom.
- Kroesbergen, E. H., Kolkman, M. E., & Van de Ven, E. M. (2009). Hoe peuters en kleuters leren tellen: Executieve functies, getalbegrippen en activiteiten thuis. *Tijdschrift voor Orthopedagogiek, 48*, 290-302.
- 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.
- Lago, R. M., & DiPerna, J. C. (2010). Number sense in kindergarten: A factor- analytic study of the construct. *School Psychology Review, 39*, 164-180.

- 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.
doi:10.1111/j.1467-8624.2007.01087.x
- McCrink K., & Wynn, K. (2004). Large-number addition and subtraction by 9-month-old infants. *Psychological Science, 15*, 776-781.
- Müller, U., Dick, A. S., Gela, K., Overton, W. F., & Zelazo, P. D. (2006). The role of negative priming in preschoolers' flexible rule use on the dimensional change card sort task. *Child Development, 77*, 395-412.
doi:10.1111/j.1467-8624.2006.00878.x
- Mundy, E., & Gilmore, C. K. (2009) Children's mapping between symbolic and nonsymbolic representations of number. *Journal of Experimental Child Psychology, 103*, 490-502.
- Nickerson, S. D., & Whitacre, I. (2010). A Local instruction theory for the development of number sense. *Mathematical Thinking and Learning, 12*, 227-252.
doi:10.1080/10986061003689618
- Ruijsenaars, A. J. J. M., Van Luit, J. E. H., & Van Lieshout, E. C. D. M. (2006). *Rekenproblemen en dyscalculie. Theorie, onderzoek, diagnostiek en behandeling*. Rotterdam: Lemniscaat.
- Sarnecka, B. W., & Carey, S. (2007) How counting represents number: What children must learn and when they learn it. *Cognition, 108*, 662-674.
- Siegler, R. S., & Booth, J. L. (2004). Development of numerical estimation in young children. *Child Development, 75*, 428-444.
- Stiles, J. (2008). *The fundamentals of brain development: Integrating nature and nurture*. Cambridge: Harvard University Press.
- Van den Bosch, A., & De Jeager, B. (2010). *Kijk! groep 1-2*. Vlissingen: Bazalt.
- Van Luit, J. E. H., & Van de Rijt, B. A. M. (2009). *Utrechtse Getalbegrip Toets-Revised*. Doetinchem: Graviant.

- Van Nes, F., & Van Eerde, D. (2010). Spatial structuring and the development of number sense: A case study of young children working with blocks. *The Journal of Mathematical Behavior*, 29, 145-159. doi:10.1016/j.jmathb.2010.08.001
- 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