

# De relatie tussen number sense en rekenniveau bij jonge kinderen.

Werkveld Leerlingenzorg

Naam: Suzanne M. Vierhout  
Studentnummer: 3233073  
Begeleidster: M.E. Kolkman  
Tweede beoordelaar: O. Oudgenoeg  
Datum: 24 juni 2011

## Voorwoord

Voor u ligt het artikel: 'De relatie tussen number sense en rekenniveau bij jonge kinderen'. Dit onderzoek is uitgevoerd ter afronding van mijn master Orthopedagogiek aan de Universiteit van Utrecht.

Tijdens de ontwikkeling van het artikel heb ik veel theoretische kennis opgedaan omtrent het complexe fenomeen number sense. Ik vond het interessant mij hierin te verdiepen en aandacht te besteden aan de vele theorieën met betrekking tot dit begrip. Ook heb ik vele ochtenden enthousiast spelletjes gedaan met kinderen in de kleuterleeftijd, op verschillende scholen. Dit alles heeft ervoor gezorgd dat het onderwerp mij is gaan interesseren en ik graag in de toekomst op de hoogte wil blijven over de ontwikkelingen op dit gebied.

Voor het tot stand komen van dit artikel wil ik graag een aantal mensen bedanken. Ten eerste wil ik Meijke Kolkman bedanken voor de enthousiaste en inspirerende begeleiding die ik van haar heb ontvangen. Meijke stond het gehele jaar voor mij klaar met haar zinvolle adviezen om mij in de goede richting te sturen. Daarnaast wil ik graag mijn moeder bedanken voor het doorlezen van mijn artikel en het corrigeren van taal- en spellingsfouten. Verder wil ik graag mijn vriend Alwin bedanken voor de steun die hij het afgelopen jaar voor mij is geweest in stressvolle situaties rondom de thesis. Tot slot wil ik God bedanken voor de kracht die Hij mij dit studiejaar heeft gegeven om alles op een juiste manier af te ronden.

Suzanne Vierhout

# De relatie tussen number sense en rekenniveau bij jonge kinderen

S.M. Vierhout

## Abstract

This longitudinal study examined the influence of three numeric representations (analog, verbal, visual) on the mathematical performance of first grades. **Method:** 67 first grade children participated in this research. The data from these children in preschool and first grade were used. The children were between 4,00 and 5,00 years old ( $M = 4,70$ ,  $SD = .29$ ) in preschool and between 5,60 and 6,30 years old ( $M = 5.90$ ,  $SD = .21$ ) in first grade. They made several tests on the computer. **Results:** Results from a multiple regression analyses showed that a higher level of the verbal representation in preschool was found to be the best predictor of mathematics performance in first grade. Also a better development of the verbal representation was associated with lower levels of mathematics performance in first grade. **Discussion:** Implications and recommendations for future research are discussed.

Keywords: number sense, analog representations, verbal representations, visual representation, mapping, mathematics performance.

## Samenvatting

In dit longitudinale onderzoek is gekeken naar de invloed van de drie numerieke representaties (analoog, verbaal, visueel) op het niveau van de CITO-reken toets in groep 3. **Methode:** Voor dit onderzoek zijn verschillende basisscholen scholen in Nederland benaderd. 67 kinderen participeerden in dit onderzoek. De gegevens van deze kinderen op de dataverzamelingsmomenten in groep 1 en groep 3 zullen in dit onderzoek centraal staan. De leeftijd van de kinderen bij het eerste dataverzamelingsmoment varieerde van 4.00 tot de 5.00 ( $M = 4.7$ ,  $SD = .29$ ). De leeftijd van de kinderen bij het laatste dataverzamelingsmoment varieerde van 5.60 tot 6.30 jaar ( $M = 5.90$ ,  $SD = .21$ ). Voor dit onderzoek zijn verschillende testjes op de computer gebruikt **Resultaten:** Met behulp van een multi-pele regressie analyse is gebleken dat de verbale code de sterkste voorspeller is voor het latere rekenen. Hoe hogere prestaties op de verbale code in groep 1 hoe beter de prestaties op de CITO-reken toets in groep 3. Daarnaast blijkt dat hoe beter de ontwikkeling van de verbale code, hoe slechter prestaties op de CITO-reken toets in groep 3. **Discussie:** De implicaties en aanbevelingen voor nader onderzoek worden in de discussie besproken.

Binnen populaties kinderen op school zijn grote individuele verschillen met betrekking tot rekenprestaties. Deze kunnen worden toegeschreven aan de sociaal-economische status, de thuiservaringen, het taalniveau, de cultuur en de leermogelijkheden van kinderen (Jordan, Glutting & Ramineni, 2010). Volgens Gersten, Jordan en Flojo (2005) is er genoeg wetenschappelijke kennis ontwikkeld om op rekengebied screeningsinstrumenten te ontwikkelen voor de preventie van rekenproblemen, net zoals bij lezen het geval is. Dit is van groot belang aangezien numerieke vaardigheden cruciaal blijken te zijn voor een succesvol leven in de Westerse samenlevingen (Ancker & Kaufman, 2007). De Smedt, Verschaffel en Ghesquiere (2009) concludeerden dat het meeste onderzoek met betrekking tot individueel rekenkundige verschillen zich tot nu toe voornamelijk gericht heeft op de rol van algemeen cognitieve factoren zoals werkgeheugen. Jordan, Glutting en Ramineni (2010) vonden dat ondanks invloed van algemeen cognitieve vaardigheden, number sense op een unieke en betekenisvolle manier gerelateerd is aan de rekenkundige ontwikkeling. Dit onderzoek zal zich daarom niet richten op de algemeen cognitieve vaardigheden maar op de specifiek voorbereidende rekenvaardigheid number sense in relatie tot het latere rekenen.

Ieder mens toont in zijn eerste levensjaar al enige gevoeligheid met betrekking tot numerieke representaties (Cordes & Brannon 2008). Deze vaardigheid is onafhankelijk van cultuur of cognitieve mogelijkheden van het kind (Pica, Lemer, Izard, & Dehaene, 2004). Kinderen van een aantal maanden oud vertonen al gevoeligheid voor nummers waardoor ze in staat zijn onderscheid te maken tussen kleine hoeveelheden stippen (Feigenson & Carey, 2003). In deze context wordt gesproken over de number sense van het kind.

In de literatuur zijn verschillende definities met betrekking tot number sense te vinden (Howell & Kemp, 2010). Zo definiëren Wagner en Davis (2010) number sense volgens de definitie van 'the Commission of Standards for School Mathematics'. Volgens deze definitie hebben kinderen met een goede number sense ten eerste een goed begrip van nummers, ten tweede een goed ontwikkelde kennis van relaties tussen nummers, ten derde herkenning van de relatieve grootte van nummers en ten slotte kennis van het relatieve effect van omgaan met nummers. Deze definitie is in overeenstemming met de inhoud van het Amerikaanse schoolsysteem (Jordan, Kaplan, Locuniak, & Ramineni, 2007). Reys en Yang (1998; zoals geciteerd in Nickerson & Whitacre, 2010) daarentegen beschrijven number sense als het algemene begrip van een persoon met betrekking tot het omgaan met nummers en het op een flexibele manier hanteren van deze kennis om wiskundige oordelen te vellen en strategieën te ontwikkelen. Dehaene (1997) definieert number sense als een belangrijke vaardigheid met

betrekking tot het vermogen om numerieke representaties te verwerken, te begrijpen en te schatten. Howell en Kemp (2010) concluderen dat ondanks de vele verschillende definities met betrekking tot number sense het concept zeer van belang is voor rekenkundig succes.

Overeenkomstig betrekken alle drie de definities het begrip van nummers in de definiëring van het concept number sense. Ook de verwerking van nummers staat in alle drie de definities centraal. Verschillend is echter dat de definitie van Reys en Yang (1998; zoals geciteerd in Nickerson & Whitacre, 2010) evenals de definitie van Wagner en Davis (2010) niet expliciet specificeren tussen de verschillende numerieke representaties. De definitie van Dehaene (1997) is gebaseerd op het triple code model, welke onderscheid maakt tussen de verschillende representaties die een centrale rol vervullen in dit onderzoek. Daarom is gekozen voor de hantering van de definitie van Dehaene (1997). Verschillende onderzoeken maken gebruik van deze definitie. Zo gebruiken Jordan, Glutting en Ramineni (2010) de definitie van Dehaene (1997) in hun onderzoek naar de relatie tussen number sense en latere wiskundige prestaties. Ook Jordan, Glutting, Ramineni en Watkins (2010) maken gebruik van deze definitie om het begrip number sense te omschrijven in hun onderzoek naar het voorspellen van wiskundige vaardigheden. Deze definitie wordt dus gehanteerd aangezien het 'triple-code model' en de voorspellende waarde hiervan, zoals beschreven door Dehaene (2001), centraal staan in dit onderzoek.

Number sense kan volgens het 'triple-code model' (Dehaene, 2001) opgesplitst worden in drie verschillende codes die elk hun eigen neurale circuits volgen. Afhankelijk van de taak bestaan er drie verschillende systemen voor de codering van getallen namelijk de analoge code, de verbale code en de visuele code. De analoge, hoeveelheid code ('0000') is de nonverbale representatie van de afstand tussen en de grootte van nummers weergegeven in hoeveelheden (Dehaene, Piazza, Pinel & Cohen, 2003). Kinderen zijn vlak na de geboorte in staat onderscheid te maken tussen kleine hoeveelheden (Griffin, 2004). Xu (2003) vond dat kinderen zelfs op de jonge leeftijd van 6 maanden al in staat zijn onderscheid te maken tussen grote hoeveelheden. In de eerste maanden van het leven is dus een sterk fundament voor number sense aanwezig (Griffin, 2004). Wanneer kinderen ouder worden zullen ze ook taal verwerven, dit draagt mede bij aan het ontstaan van de verbale code ('vier') en heeft betrekking op de verbale representatie van nummers (Dehaene, et al. 2003). Kinderen zijn met behulp van de verbale code in staat te tellen zonder de aanwezigheid van objecten (Griffin, 2004). De ontwikkeling van het gegeven dat aan hoeveelheden en getallen een Arabisch symbool gekoppeld is, heeft betrekking op de ontwikkeling van de visuele code ('4');

Dehaene, et al. 2003). Alle codes samen evenals de koppeling ertussen vormen de number sense van een kind welke in dit onderzoek centraal zal staan. Number sense blijkt een goede voorspeller voor latere rekenprestaties (De Smedt, Verschaffel & Ghesquiere, 2009; Jordan, Glutting & Ramineni, 2010; Jordan, Glutting, Ramineni & Watkins, 2010). De mogelijkheid om numerieke representaties te begrijpen en te koppelen, ook wel ‘mapping’ genoemd, blijkt een belangrijke voorspeller te zijn voor de wiskundige ontwikkeling van kinderen (Ansari & Karmiloff-Smith, 2002). Ook Siegler en Booth (2004) vonden dat de koppeling van de drie numerieke representaties zoals bijvoorbeeld het bepalen van de locatie van een getal op de getallenlijn, belangrijk is voor het latere rekenonderwijs.

Niet alle kinderen komen op school met hetzelfde niveau van number sense (Aunio, Hautamaki & van Luit, 2005). Volgens Durand, Hulme, Larkin en Snowling (2005) zijn deze individuele verschillen van voorspellende waarde voor latere wiskundige prestaties. Deze onderzoekers vonden in hun cross-sectionele onderzoek dat de prestatie van kinderen in de leeftijd van 7 tot en met 10 jaar op een test waarin een beroep werd gedaan op kennis van de analoge representatie, een voorspeller was voor individuele rekenkundige verschillen. Vroege gevoeligheid voor numerieke hoeveelheden fungeert volgens Butterworth (2005) dan ook als de basis waarop het wiskundige calculeren wordt gebouwd. Jordan, Glutting en Ramineni (2010) vonden eveneens in hun cross-sectionele studie, dat number sense een sterke voorspeller is voor latere rekenkundige vaardigheden. Deze onderzoekers onderzochten het begrip number sense aan de hand van de verbale en visuele code en vonden dat wanneer het rekenen complexer wordt na groep vijf, de voorspellende waarde van number sense zelfs groter blijkt te worden. Ook blijkt uit longitudinaal onderzoek dat slechte rekenuitkomsten voor kinderen uit lage sociaal-economische milieus gemedieerd worden door een zwakke number sense (Jordan, Kaplan, Ramineni & Locuniak, 2009). Volgens Jordan, Glutting en Ramineni (2010) is het effect van een zwakke number sense cumulatief. Dit suggereert dat een laag niveau van number sense zwaarwegende consequenties heeft voor het verdere rekenonderwijs.

Gezien het belang van number sense in de vroege ontwikkeling rijst de vraag of er ook verschillen bestaan in de voorspellende waarde van de drie verschillende numerieke representaties en de koppeling ertussen. Dit is belangrijk om te weten zodat preventieve maatregelen aansluiten bij de mogelijkheden van het kind. Reeds gedane onderzoeken op dit gebied zijn in de meeste gevallen cross-sectioneel van aard en richten zich voornamelijk op één of twee verschillende numerieke representaties. Expliciet onderscheid tussen de

verschillende numerieke representaties wordt veelal niet gemaakt en enkel de term number sense wordt gehanteerd. Dit onderzoek is vernieuwend gezien het gegeven dat alle drie de representaties centraal worden gesteld in een longitudinaal onderzoeksdesign. Door meer zicht te krijgen in de relatie tussen de individuele numerieke representaties en het latere rekenen, kunnen preventieve diagnostische middelen in het basisonderwijs eerder worden toegepast om zo de negatieve gevolgen te beperken. Want hoewel de chronologische volgorde in het vroege gebruik van de codes duidelijk is, is het niet duidelijk hoe de verschillende codes zich tot elkaar verhouden (Kroesbergen, Kolkman, Van de Ven, 2009). Veel kinderen die in de voorschoolse periode moeite hebben met rekensommen zoals gerepresenteerd in groep 3 zijn wel in staat nonverbale numerieke problemen op te lossen (Jordan, Glutting, Ramineni & Watkins, 2010). Het is van belang dat leerkrachten meer inzicht krijgen in de ontwikkeling van de verschillende representaties bij hun leerlingen zodat ze leeractiviteiten hier op kunnen aanpassen (Faulkner, 2009).

Dit alles mondt uit in de volgende hoofdvraag: ‘Welke code is de beste voorspeller voor het rekenniveau op de CITO-toets rekenen in groep 3?’ Deze hoofdvraag zal onderzocht worden aan de hand van de volgende onderzoeksvragen. ‘Is er een relatie tussen de analoge code en het rekenniveau op de CITO-toets rekenen in groep 3?’. ‘Is er een relatie tussen de verbale code en het rekenniveau op de CITO-toets rekenen in groep 3?’. ‘Is er een relatie tussen de visuele code en het rekenniveau op de CITO-toets rekenen in groep 3?’. ‘Is er een relatie tussen de koppeling van de codes en het rekenniveau op de CITO-toets rekenen in groep 3?’. Naar aanleiding van de literatuur kunnen over deze onderzoeksvragen verschillende verwachtingen worden opgesteld. Verwacht wordt dat de analoge representatie de minst belangrijke voorspeller is voor het latere rekenen gezien ieder mens in zijn eerste levensjaar, onafhankelijk van cultuur en cognitieve invloeden, al kennis heeft met betrekking tot deze numerieke representatie (Pica, Lemer, Izard & Dehaene, 2004). De ontwikkeling van de visuele representaties is sterk afhankelijk van de verbale input en kennis die het kind heeft en heeft ontvangen (Jordan, Glutting & Ramineni, 2010). Wanneer een verwachting opgesteld wordt met betrekking tot de drie verschillende codes wordt verwacht dat de verbale representatie mogelijk de beste voorspeller is voor het rekenniveau in groep 3 gezien de complexiteit van de rekenopgave in groep 3 en de benodigde kennis hiervoor welke door verbale input aangeleverd dient te worden. Getallenlijnen worden veel gebruikt in het onderwijs aan jonge kinderen, het koppelen van de codes is hiervoor een vereiste. Wanneer de drie individuele codes vergeleken worden met de gekoppelde codes wordt dan ook verwacht

dat de voorspellende waarde van de gekoppelde codes voor het rekenniveau in groep 3 het grootst is in vergelijking met de afzonderlijke codes (Siegler & Booth, 2004).

## Methoden

### *Participanten*

Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van longitudinale data van een groep kinderen welke gevolgd zijn van groep 1 tot en met groep 3 in het reguliere basisonderwijs. De scholen, leerkrachten en ouders zijn per brief benaderd om toestemming te geven hun kind te laten participeren in het onderzoek. Er is gebruik gemaakt van data verkregen door middel van afgenomen rekentestjes op de computer. In dit onderzoek is gebruik gemaakt van de 67 leerlingen die op dit moment in groep 3 zitten. Deze onderzoeksgroep bestond uit 32 jongens en 35 meisjes. De gegevens van de dataverzamelmomenten in groep 1 en groep 3 zullen in dit onderzoek centraal staan. De leeftijd van de kinderen bij het eerste dataverzamelmoment varieerde van 4.00 tot 5.00 jaar ( $M = 4.70$ ,  $SD = .29$ ). De leeftijd van de kinderen bij het laatste dataverzamelmoment varieerde van 5.60 tot 6.30 jaar ( $M = 5.90$ ,  $SD = .21$ ). De kinderen zijn afkomstig van verschillende basisscholen liggend in meerdere regio's in Nederland. De resultaten van dit onderzoek zullen generaliseerbaar zijn naar de doelgroep.

### *Procedure*

Voor dit onderzoek zijn verschillende basisscholen in Nederland benaderd. Alle studenten die de rekentestjes afgenomen hebben, hebben een training gehad in november 2010. De studenten zijn naar de voor hen aangewezen scholen gegaan om daar de rekentestjes af te nemen. Deze testjes worden afgenomen met de computer en duren gemiddeld dertig minuten.

### *Meetinstrumenten*

Voor het meten van het begrip number sense wordt een aantal taken gebruikt. Deze taken doen een beroep op de verschillende numerieke representaties.

*Non verbale vergelijkingstaak.* Deze taak doet een beroep op het onderscheiden van hoeveelheden. Omdat deze taak veelvuldig in onderzoeken wordt gebruikt voor het meten van de non verbale getallenkennis kan de betrouwbaarheid van deze taak als voldoende beschouwd worden (Gebuis; Kadosh & de Haan, 2008). Aan de hand van twee kaders met daarin hoeveelheden die tevens verschillen van fysieke grootte moet het kind een keuze maken voor het kader met de grootste hoeveelheid. De keuze wordt beïnvloed door de fysieke



grootte van de hoeveelheden (Barth et al., 2006; Gebuis, Kadosh & de Haan, 2008). Drie condities kunnen onderscheiden worden namelijk: de congruente conditie, waarin het kader met de grootste hoeveelheid ook de fysieke grotere hoeveelheid bevat, vervolgens de incongruente conditie, waarin het kader met de grootste hoeveelheid de fysieke kleinere hoeveelheid bevat en ten slotte de neutrale conditie waarin de fysieke grootte in beide kaders hetzelfde is maar waarin de hoeveelheid varieert. In dit onderzoek staat de neutrale conditie centraal. Ieder kind krijgt voor iedere conditie tien opgaven. Voor elke opgave die juist wordt gemaakt verdient het kind een punt. In totaal zijn er dus maximaal 10 punten te behalen voor de neutrale opgaven. Tevens wordt de reactietijd gemeten waarmee het kind een antwoord geeft.

*Utrechtse Getalbegrip Toets (UGT).* Een deel van de Utrechtse Getalbegrip Toets-Revised (UGT-R; Van Luit & Van de Rijt, 2003) wordt in dit onderzoek gebruikt om de telvaardigheden van kinderen weer te geven. De originele versie van de UGT-R bestaat uit negen subschalen en heeft twee analoge versies genaamd de A- en de B-versie. In dit onderzoek wordt enkel gebruik gemaakt van vier subschalen uit de A-versie welke betrekking hebben op het weergeven van het tellen. Ten eerste wordt gekeken naar het gebruik van numerieke woorden. Er wordt gevraagd heen en terug te tellen naar en vanaf 20 door het gebruik van cardinale en ordinale nummers. Ten tweede wordt een beroep gedaan op het gestructureerde tellen, er moet geteld worden terwijl objecten aangewezen dienen te worden en nummers moeten worden herkend. Vervolgens is er het resultatieve tellen waarbij geteld moet worden zonder objecten aan te wijzen. Ten slotte wordt gekeken naar de algemene kennis wat betreft numerieke woorden waarbij het gebruik van nummers in alledaagse situaties centraal staat. Elke subschaal bestaat uit vijf items. De items worden gescoord met 0, voor een fout antwoord en met 1, voor een goed antwoord. De maximale score op deze test is twintig. De betrouwbaarheid en validiteit van deze taak zijn voldoende (Ruijsenaars, Van Luit & van Lieshout, 2006).

*Verbale getallenlijn.* De Number-to-Position taak is overgenomen van Laski en Siegler (2007). Er wordt gebruik gemaakt van een aangepaste versie van deze taak om de non-verbale hoeveelheidvaardigheden weer te geven. Een kind krijgt op een beeldscherm een horizontale lijn te zien die loopt van 1 tot en met 10 of van 1 tot en met 100. De onderzoeker introduceert de taak door de posities van het cijfer 1 en het cijfer 100 weer te geven op de getallenlijn. Vervolgens wordt aan de kinderen gevraagd om de positie van nummers tussen de 1 en de 100 weer te geven op de getallenlijn. Elk kind krijgt acht trails met verschillende

nummers met betrekking tot de getallen 1 tot en met 10 en tien trials met verschillende nummers met betrekking tot de getallen 1 tot en met 100. De positie van de antwoorden van het kind worden omgezet in het exacte nummer op de getallenlijn dat erbij hoort wat vervolgens vergeleken wordt met het goede antwoord. Door alle antwoorden van ieder kind om te zetten in lineaire scores ontstaat er een lineaire curve (Geary, et al., 2008).

*Getallen benoemen.* Bij deze taak krijgt het kind een aantal nummers op het computerscherm te zien waarbij wordt gevraagd elk nummer te identificeren. De nummers worden door elkaar weergegeven. Het kind krijgt tien pogingen met betrekking tot getallen tussen de 1 en 10 en twaalf pogingen met betrekking tot getallen tussen de 1 en 100. Het aantal goed geïdentificeerde nummers bepaalt de score op deze taak.

*CITO-toets rekenen* De CITO-toets rekenen is een toets die ingezet kan worden voor het verzamelen van objectieve informatie omtrent de rekenontwikkeling van kinderen. Het formeel volgen van leerlingen en vroegtijdig signaleren van problemen met het rekenen is door het inzetten van deze toetsen minder afhankelijk van de wisselende expertise van leerkrachten. De toets bestaat uit verschillende opgaven die een beroep doen op hetgeen van een kind in groep 3 verwacht mag worden op rekengebied. De betrouwbaarheid en validiteit van deze toets worden beoordeeld als voldoende (Ruijsenaars, van Luit & van Lieshout, 2006).

## Resultaten

In dit onderzoek staat de volgende onderzoeksvraag centraal: ‘Welke numerieke representatie (analoog, verbaal, visueel) is de beste voorspeller voor het rekenniveau op de CITO-toets rekenen in groep 3?’. Voor de analoge code is gebruik gemaakt van de som van het aantal goede antwoorden op de ‘non verbale vergelijkingstaak’. Voor de verbale code is gebruik gemaakt van de som van het aantal goede antwoorden op de ‘UGT’ en voor de visuele code is de som van het aantal goede antwoorden op de taak ‘getallen benoemen’ genomen. Ten slotte is voor de gekoppelde codes gebruik gemaakt van de score op de ‘verbale getallenlijn tot 100’. In Tabel 1 zijn de correlaties tussen de verschillende taken weergegeven. In Tabel 2 zijn de beschrijvende statistieken weergegeven van de gebruikte variabelen. Opvallend is dat de analoge code enkel in groep 2 en de visuele code enkel in groep 3 samenhangt met de CITO-toets rekenen in groep 3.

In dit onderzoek is gekeken naar de invloed van de analoge code, de verbale code, de visuele code en de gekoppelde codes op de CITO-toets rekenen in groep 3 met behulp van een

multiple regressieanalyse. Aan de voorwaarden voor deze analyse wordt voldaan. Voorafgaand aan de multiple regressieanalyse zijn correlatietoetsen uitgevoerd met de onafhankelijke en afhankelijke variabelen. Hieruit komen significante correlaties naar voren (Tabel 2). Omdat alleen de verbale code en de gekoppelde codes consistent over tijd correleren met de CITO-toets rekenen in groep 3, is gekozen de analyses uit te voeren voor de kinderen in groep 1. De analoge en de visuele code blijken op dit moment echter niet significant samen te hangen met de CITO-toets rekenen in groep 3 en zijn daarom weggelaten uit de multiple regressieanalyse. Er zal enkel worden gekeken naar de invloed van het niveau van de verbale code en de gekoppelde codes in groep 1, op de CITO-toets rekenen in groep 3 welke gelijktijdig toegevoegd zullen worden in de analyse. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 3.

Uit de multiple regressieanalyse blijkt dat enkel de verbale code ( $\beta = .44, p < .01$ ) een significante invloed heeft op de CITO-toets rekenen in groep 3. Dit betekent hoe hoger de prestaties op de verbale code in groep 1, hoe beter de prestatie op de CITO-toets rekenen in groep 3. Het effect van verbale code, in vergelijking met de overige individuele codes, blijkt dus de sterkste voorspeller te zijn voor de prestatie op de CITO-toets rekenen in groep 3. De prestatie op de koppeling tussen de codes in groep 1, blijkt geen significant effect te hebben op de prestatie op de CITO-toets rekenen in groep 3. Dit betekent dat de verbale code in groep 1 de beste voorspeller is voor de prestaties op de CITO-toets rekenen in groep 3.

Naar aanleiding van deze resultaten is gekeken naar de invloed van de ontwikkeling van de verbale code en de gekoppelde codes op de CITO-toets rekenen in groep 3. Hiervoor zijn verschilcores aangemaakt met betrekking tot de ontwikkeling van deze variabelen vanaf groep 1 tot en met groep 3. Deze verschilcores zijn gelijktijdig toegevoegd in een multiple regressieanalyse. Uit deze analyse blijkt dat enkel de ontwikkeling van de verbale code een significante invloed heeft op de CITO-toets rekenen in groep 3 ( $\beta = -.26, p < .05$ ). Dit betekent hoe groter de ontwikkeling van de verbale code hoe slechter de prestatie op de CITO-toets rekenen in groep 3.

## Discussie

In dit onderzoek is onderzocht welke numerieke representatie (analoog, verbaal, visueel) de beste voorspeller is voor het rekenniveau in groep 3. Uit eerder onderzoek blijkt dat kinderen die enige kennis van nummers hebben bij de aanvang op school, in de hogere groepen betere prestaties leveren op wiskundige taken (Jordan, Glutting & Ramineni, 2010).

Tabel 1. *Correlatietoetsen (r) in Groep 1, 2 en 3 voor de verschillende taken*

	Groep 1				Groep 2				Groep 3			
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
1. Non verbale vergelijkingstaak		.31*	.03	.05		.09	.13	.09		.03	.11	.33**
2. UGT	.31*		.24	.16	.09		.29*	.37**	.03		.18	.40**
3. Getallen benoemen	.03	.24		.26*	.13	.29*		.32*	.11	.18		.41**
4. Verbale getallenlijn tot 100	.05	.16	.26*		.09	.37**	.31*		.33**	.40**	.41**	

*Noot.* \* =  $p < .05$

*Noot* \*\* =  $p < .01$

Tabel 2. *Beschrijvende statistieken en correlaties van de onafhankelijke en afhankelijke variabele*

	Groep 1						Groep 2						Groep 3					
	<i>n</i>	Min	Max	<i>M</i>	<i>SD</i>	Cito	<i>n</i>	Min	Max	<i>M</i>	<i>SD</i>	Cito	<i>n</i>	Min	Max	<i>M</i>	<i>SD</i>	Cito
	r						r						r					
Analoge code	64	3.00	10.00	7.86	2.39	.19	66	1.00	10.00	8.82	1.58	.31*	66	6.00	10.00	9.80	0.59	.05
Verbale code	64	1.00	16.00	6.69	3.25	.47**	67	4.00	18.00	9.84	3.53	.42**	66	9.00	20.00	15.58	2.40	.30*
Visuele code	64	0.00	12.00	2.98	2.26	.21	64	0.00	12.00	2.98	2.26	.21	66	3.60	12.00	9.83	2.88	.34**
Mapping	64	0.00	0.79	0.17	0.21	.27*	66	0.00	0.92	0.29	0.26	.42**	66	0.00	0.96	0.56	0.28	.38**
Cito rekenen													67	9.00	81.00	36.34	11.99	

Tabel 3. *Regressie van Verbale code en Gekoppelde codes en de ontwikkeling van de Verbale code en de Gekoppelde codes op CITO-toets rekenen in groep 3.*

	CITO-toets groep 3		Cito-toets groep 3	
	$\beta$	$R^2$	$\beta$	$R^2$
		.26		.11
Verbale code	.44*		Ontwikkeling Verbale code	-.26*
Mapping	.20		Ontwikkeling Mapping	.17

Number sense blijkt een voorspellende waarde te hebben voor het latere rekenen (Jordan, Glutting, Ramineni & Watkins, 2010). Hoewel de chronologische volgorde in het vroege gebruik van de codes duidelijk is, is het niet duidelijk hoe de verschillende codes zich tot elkaar verhouden (Kroesbergen, Kolkman, Van de Ven, 2009). Verwacht werd dat de analoge representatie de minst belangrijke voorspeller is voor het latere rekenen gezien ieder mens in zijn eerste levensjaar, onafhankelijk van cultuur en cognitieve invloeden, al kennis heeft met betrekking tot deze numerieke representatie (Pica, Lemer, Izard & Dehaene, 2004). Verwacht werd ook dat de verbale representatie de beste voorspeller van de afzonderlijke representaties is voor het rekenniveau in groep 3, gezien de complexiteit van de rekenopgave in die groep en de benodigde kennis hiervoor, welke door verbale input aangeleverd dient te worden. Omdat in het rekenonderwijs aan jonge kinderen veel gebruik wordt gemaakt van de getallenlijn werd ten slotte verwacht dat de gekoppelde codes in vergelijking met de codes afzonderlijk de beste voorspeller is voor het rekenniveau in groep 3 (Siegler & Booth, 2004).

Uit dit onderzoek blijkt dat het niveau van verbale representaties in groep 1 een significante invloed heeft op het rekenniveau in groep 3. Hoe beter de prestatie op de verbale representatie in groep 1, hoe beter de prestatie op de CITO-toets rekenen in groep 3. De verbale representatie blijkt dus, in overeenstemming met de geformuleerde verwachting, de beste voorspeller van de drie representaties te zijn voor het rekenniveau in groep 3. Ook Locuniak en Jordan (2008) vonden, in overeenstemming met de verwachting, dat kennis van de verbale representatie een belangrijke voorspeller is voor de rekenprestaties op latere leeftijd. Een verklaring hiervoor kan zijn dat we in de dagelijkse realiteit vaak taal gebruiken om, om te gaan met hoeveelheden. We zijn in staat oplossingen te geven zonder dat er symbolentaal gebruikt dient te worden (Ruijsenaars, Luit van, Lieshout van, 2004).

In tegenstelling tot de geformuleerde verwachting blijkt kennis van de gekoppelde codes in groep 1, geen significante invloed te hebben op het rekenniveau in groep 3. Dit in tegenstelling tot de resultaten van Ansari en Karmiloff-Smith (2002) die, in overeenstemming met de geformuleerde verwachting, vonden dat de mogelijkheid om numerieke representaties te begrijpen en te koppelen een belangrijke voorspeller blijkt te zijn voor de wiskundige ontwikkeling. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat deze onderzoekers zich voornamelijk hebben gericht op oudere kinderen terwijl het huidige onderzoek zich voornamelijk richt op jonge kinderen. Dit is terug te zien in de sterke samenhang die de gekoppelde codes vertoont met alle representaties bij de kinderen van dit onderzoek in groep 3. Voor het koppelen van de codes hebben kinderen dus kennis nodig van alle drie de numerieke representaties en moeten ze in staat zijn de analoge representatie te koppelen aan de verbale/visuele representatie (Siegler & Booth, 2004). De resultaten van dit onderzoek suggereren dus dat de individuele representaties op jonge leeftijd een belangrijkere rol spelen dan de gekoppelde codes welke zich later ontwikkelt. Gezien de jonge leeftijd van de kinderen in dit onderzoek speelt de gekoppelde codes mogelijk nog een te kleine rol aangezien eerst voldoende kennis ontwikkeld dient te zijn van de individuele representaties. Een goede kennis van de verschillende numerieke representaties zorgt voor het verminderen van antwoordmogelijkheden bij wiskundige opgaven en de aannemelijkheid van het antwoord kan gecheckt worden met deze kennis (Booth & Siegler, 2008).

De verbale representatie blijkt dus de sterkste voorspeller te zijn voor het latere rekenniveau. Dit in overeenstemming met Jordan, Glutting en Ramineni, 2010 die vonden dat kinderen die op school komen met minder numerieke ervaringen dan hun leeftijdsgenoten meer moeite hadden met het leren van de visuele representaties en het koppelen van de verschillende representaties. Dit suggereert dat de verbale representatie op jonge leeftijd zeer van belang is voor de verdere ontwikkeling van de rekenvaardigheden. In totaal wordt 26% van de variantie in het rekenniveau verklaard door de verbale code en gekoppelde codes.

Een opvallende bevinding van het gedane onderzoek is dat hoe groter de ontwikkeling van de verbale code hoe minder de prestatie op de CITO-toets rekenen in groep 3. Dit in tegenstelling tot Jordan, Kaplan, Ramineni en Locuniak (2009) die vonden dat de ontwikkeling van de verschillende representaties een belangrijke rol speelt voor de latere rekenprestaties. Een mogelijke verklaring hiervoor kan zijn dat niet alle kinderen op school komen met hetzelfde niveau van number sense (Aunio, Hautamaki & van Luit, 2005). Kinderen die op school komen met een zwakke kennis omtrent de verbale representaties

zullen mogelijk een grotere ontwikkeling laten zien dan kinderen bij wie deze vaardigheid al sterk is ontwikkeld. Het effect van een zwakke number sense blijkt cumulatief te zijn wat suggereert dat een laag niveau van number sense zwaarwegende consequenties heeft voor het verdere onderwijs ondanks een grotere ontwikkeling ten opzichte van kinderen met een hoog niveau van number sense (Jordan, Glutting & Ramineni, 2010). In totaal wordt 11% van de variantie in het rekenniveau verklaard door de ontwikkeling van de verbale code en de ontwikkeling van de gekoppelde codes.

Tevens opvallend is het gegeven dat de analoge representatie enkel in groep 2 sterk samenhangt met de CITO-toets rekenen in groep 3. Dit is onverwacht gezien het feit dat kinderen op jonge leeftijd al in staat zijn onderscheid te maken tussen hoeveelheden waardoor verwacht wordt dat deze vaardigheid, als het al samenhangt, enkel bij de aanvang op school een beperkte rol speelt (Xu, 2003). Een mogelijke verklaring hiervoor is dat door de kleine onderzoeksgroep afwijkende scores een grotere invloed hebben gehad waardoor de resultaten vertekend zijn en een onbetrouwbaar beeld weergeven. Ook opvallend is de bevinding dat de visuele code enkel in groep 3 sterk samenhangt met de CITO-toets rekenen in groep 3. Een verklaring hiervoor kan zijn dat de ontwikkeling van de visuele representatie sterk afhankelijk is van de verbale input die een kind ontvangt (Jordan, Glutting & Ramineni, 2010). Dit suggereert dat op de jonge leeftijd van de kinderen in dit onderzoek de visuele representatie nog een beperkte rol speelt. Pas op latere leeftijd gaat de visuele representatie een grotere rol spelen voor het rekenkundig presteren. Beide verbanden dienen in vervolgonderzoek verder uitgewerkt te worden.

Dit onderzoek heeft nieuw licht geworpen op de verhouding tussen de verschillende codes onderling. Door de longitudinale onderzoeksopzet kunnen uitspraken op lange termijn met betrekking tot causaliteit gedaan worden. De hiervoor besproken resultaten dienen echter met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd te worden gezien de tekortkomingen van dit onderzoek. Ten eerste is er gebruik gemaakt van zeer jonge kinderen waardoor enkel uitspraken gedaan kunnen worden met betrekking tot deze leeftijdsgroep. Vervolgonderzoek zou zich kunnen richten op oudere leeftijdscategorieën waardoor het effect van de verschillende representaties en voornamelijk de gekoppelde codes op deze leeftijd ook duidelijk worden. Tevens is er sprake van selecte steekproef. Hierdoor is de steekproef niet representatief voor de gehele Nederlandse populatie. De resultaten zijn enkel generaliseerbaar naar vergelijkbare populaties. Vervolgonderzoek zou de representativiteit kunnen verhogen door bijvoorbeeld meer etnische minderheden en kinderen van een lager schoolniveau bij het

onderzoek te betrekken. Naast het hierboven genoemde brengt dit onderzoek nog enkele suggesties voor vervolgonderzoek met zich mee. Diverse onderzoeken richten zich voornamelijk op het gehele begrip number sense zonder expliciet onderscheid te maken tussen de verschillende representaties. Gezien de veelbelovende resultaten van dit onderzoek omtrent de verhoudingen tussen de verschillende representaties dient hieraan in vervolgonderzoek aandacht te worden besteed om meer duidelijkheid te verschaffen over deze verhoudingen. Verder zal vervolgonderzoek verricht moeten worden naar aanleiding van het onverwachte resultaat met betrekking tot de ontwikkeling van de verbale code. Het is dus belangrijk dat leerkrachten meer inzicht krijgen in de ontwikkeling van de verschillende representaties bij hun leerlingen zodat leeractiviteiten hier op aan kunnen sluiten (Falukner, 2009).

Kortom, dit onderzoek heeft nieuw licht geworpen op de verhouding van de verschillende codes onderling. De resultaten laten zien dat de verbale code de beste voorspeller is voor het latere rekenniveau. Gezien de voorspellende waarde hiervan is het van groot belang dat vroeg in het leven van kinderen niet alleen de nadruk wordt gelegd op de ontwikkeling van het lezen maar ook het rekenen dient een belangrijke plaats te krijgen. Dit is van groot belang aangezien numerieke vaardigheden cruciaal blijken te zijn voor een succesvol leven in de Westerse samenlevingen (Ancker & Kaufman, 2007). Cijfers dienen net zo serieus genomen te worden als letters!



## Literatuurlijst

- Ancker, J. S., & Kaufman, D. (2007). Rethinking health numeracy: A multidisciplinary literature review. *Journal of the American Medical Informatics Association, 14*, 713 – 721.
- Ansari, D., & Karmiloff-Smith, A. (2002). Atypical trajectories of number development: a neuroconstruct perspective. *Trends in Cognitive Science, 6*, 511 – 516.
- 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.
- Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 46*, 3 – 18.
- Cordes, S., & Brannon, E. M. (2008). Quantitative competencies in infancy. *Developmental Science, 11*, 803 – 808.
- Dehaene, S. (1997). *The Number Sense*. New York: Oxford University Press.
- Dehaene, S. (2001). Précis of the number sense. *Mind & Language, 16*, 16 – 36
- Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P., & Cohen, L. (2003). Three parietal circuits for number processing. *Cognitive Neuropsychology, 20*, 487 – 506.
- De Smedt, B., Verschaffel, L., & Ghesquiere, P. (2009). The predictive value of numerical magnitude comparison for individual differences in mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology, 103*, 469 – 479.
- Durand, M., Hulme, C., Larkin, R., & Snowling, M. (2005). The cognitive foundations of reading and arithmetic skills in 7- to 10-year olds. *Journal of Experimental Child Psychology, 91*, 113 – 136.
- Faulkner, V. N. (2009). The components of number sense: An instructional model for teachers. *Teaching Exceptional Children, 41*, 24 – 30.
- Feigenson, L., & Carey, S. (2003). Tracking individuals via object-files: Evidence from infants' manual search. *Developmental Science, 6*, 568 – 584.
- Feigenson, L., Dehaene, S., & Spelke, E. (2004). Core systems of number. *Trends in Cognitive Sciences, 8*, 307 – 314.

- 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.
- 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.
- Griffin, S. (2004). Teaching number sense. *Educational Leadership, 61*, 39 – 43.
- Howell, S. C., & Kemp, C. R. (2010). Assessing preschool number sense: Skills demonstrated by children prior to school entry. *Educational Psychology, 30*, 411 – 429.
- 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.
- Jordan, N. C., Glutting, J., Ramineni, C., & Watkins, M. W. (2010). Validating a number sense screening tool for use in kindergarten and First grade: Prediction of mathematics proficiency in third grade. *School Psychology Review, 39*, 181 – 195.
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Ramineni, C., & Locuniak, M. N. (2009). Early math matters: Kindergarten number competence and later mathematics outcomes. *Developmental Psychology, 45*, 850 – 867.
- Kroesbergen, E. H., Kolkman, M. E., & Van de Ven, E. M. (2009). Hoe peuters en kleuters leren tellen: de rol van getalbegrip, executieve functies en activiteiten thuis. *Tijdschrift voor Orthopedagogiek, 48*, 288 – 300.
- 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.
- 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.
- Nickerson, S. D., & Whitacre, I. (2010). A local instruction theory for the development of number sense. *Mathematical Thinking and Learning, 12*, 227 – 252.
- Pica, P., Lemer, C., Izard, V., & Dehaene, S. (2004). Exact and approximate arithmetic in an Amazonian Indigene group. *Science, 306*, 499 – 503.

- 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.
- Siegler, R. S., & Booth, J. L. (2004). Development of numerical estimation in young children. *Child Development, 75*, 428 – 444.
- Van Luit, J. E. H., & Van de Rijt, B. A. M. (2009). *Utrechtse Getalbegrip Toets-Revised [Early Numeracy Test-Revised]*. Doetinchem: Graviant.
- Wagner, D., & Davis, B. (2010). Feeling number: grounding number sense in a sense of quantity. *Educational Studies in Mathematics, 74*, 39 – 51.
- Xu, F. (2003). Numerosity discrimination in infants: Evidence for two systems of representations. *Cognition, 89*, 15 – 25.