

Bachelorthesis

Is er een verschil in de vroege rekenvaardigheid tussen kinderen van reguliere scholen en kinderen van niet-reguliere scholen, en is er een verschil in trainingseffect?

Mandy Mensingh	3042499
Diwina Rozema	3457842
Cobie de With	3136868
Subgroep:	NS4
Begeleider:	Ludger van Dijk
Datum:	29-06-2010

Samenvatting

Number sense en werkgeheugen zijn van belang voor de vroege rekenvaardigheid bij jonge kinderen. Type onderwijs zou van invloed kunnen zijn op de ontwikkeling van vroege rekenvaardigheid. Dit onderzoek keek of kinderen van reguliere scholen en kinderen van niet-reguliere scholen verschillen in niveau van vroege rekenvaardigheid, en in de trainbaarheid hiervan. 115 Kinderen van 4 tot en met 6 jaar zijn random toegewezen aan drie groepen: een groep die een training volgde van number sense (NS-groep), een groep die een training volgde van number sense en werkgeheugen (NS+WM-groep) en een controlegroep. De vroege rekenvaardigheid werd gemeten door middel van een getalbegriptest bestaande uit een vergelijkingstaak, getallenlijnen (verbaal en non-verbaal) en deel A van de UGT-R (UGT-A). Na een voormeting vond een interventie van 4 weken plaats, gevolgd door een nameting. Kinderen uit het niet-reguliere onderwijs scoorden bij aanvang beter op de UGT-A en de verbale getallenlijn dan kinderen uit het reguliere onderwijs. De NS-groep liet een vooruitgang zien op de non-verbale getallenlijntesten en de UGT-A. De NS+WM-groep alleen op de UGT-A. De NS-groep uit het reguliere onderwijs liet een significant groter trainingseffect zien op de UGT-A, dan die uit het niet-reguliere onderwijs.

Inleiding

Voordat kinderen op school te maken krijgen met getallen, en de daarop volgende sommen, tafels, breuken, schattingen, maten en andere rekenkundige vaardigheden, hebben zij vaak al kennis gemaakt met getallen. Deze kennismaking begint vaak door de opvoeders in de voor de meeste mensen bekende, verbale vorm 'Eén, twee.... drie!' of met behulp van de bijbehorende tellingen van vingers. Echter, voorafgaand aan deze introductie blijken kinderen al een soort gevoel voor getallen te hebben. Dit gevoel, aangeduid met de term *number sense*, is een voorbereiding op de vroege rekenvaardigheid bij jonge kinderen. Niet alleen number sense is van groot belang bij het aanleren van rekenvaardigheid, ook het werkgeheugen. Het werkgeheugen is verantwoordelijk voor verschillende cognitieve processen die nodig zijn voor flexibel en doelgericht gedrag. In dit onderzoek wordt gekeken of de vroege rekenvaardigheid bij jonge kinderen verbeterd kan worden door trainingen via number sense en het werkgeheugen. Hierbij wordt gelet op het type onderwijs van de basisschool: regulier versus niet-regulier. Uit verschillende onderzoeken blijkt namelijk dat de manier van onderwijs invloed zou hebben op de ontwikkeling van

number sense. Om die reden wordt in dit onderzoek ook gekeken naar de onderwijstypen van de scholen. Maakt het voor de effectiviteit van de trainingen uit of kinderen op een reguliere basisschool zitten, of op een niet-reguliere basisschool zoals een Montessorischool, Vrije school of Daltonschool? Voordat gekeken wordt naar de effectiviteit van de trainingen, wordt eerst onderzocht of er in beginsel een verschil in vroege rekenvaardigheid is tussen kinderen die op een reguliere basisschool zitten en zij die op een niet-reguliere basisschool zitten.

Allereerst zal een overzicht worden gegeven van de literatuur, die relevant is voor dit onderzoek. Hier zal duidelijk worden wat de probleemstelling, doelstelling en onderzoeksvragen van dit onderzoek zijn. Vervolgens wordt een beschrijving gegeven van de gebruikte methode en opzet van dit onderzoek. Hierna zullen de resultaten aan bod komen, en wordt er antwoord gegeven op de onderzoeksvragen. Tot slot zullen in de discussie de conclusies hiervan besproken worden, met uitspraken over de toepasbaarheid en betekenis van de resultaten met aanbevelingen en suggesties voor vervolgonderzoek.

Number sense

Al voordat kinderen rekenonderwijs krijgen is er sprake van kennis over aantallen (Kroesbergen, Van der Ven, Kolkman, Van Luit & Leseman, 2009). Kinderen beschikken in meer of mindere mate over verschillende numerieke vaardigheden, waardoor ze hoeveelheden kunnen schatten en begrijpen. In alle talen bestaan woorden voor getallen en vrijwel alle kinderen hebben geleerd op hun vingers te tellen. Daarnaast kunnen de meeste mensen zonder nadenken beslissen dat 9 meer is dan 5, dat 3 tussen 2 en 4 ligt en dat $12 + 15$ niet 96 kan zijn. Dit wordt number sense genoemd (Dehaene, 2001). Number sense wordt beschreven als een algemeen concept dat refereert aan het begrijpen van aantallen en de relaties die deze met elkaar kunnen hebben (groter of kleiner) (Malofeeva, Day, Saco, Young & Ciancio, 2004). Dehaene (1997) stelt dat number sense een fundamentele parameter is waarmee we betekenis geven aan de wereld om ons heen. Het omvat de bekwaamheid bruikbare, flexibele en efficiënte strategieën te ontwikkelen om numerieke problemen op te lossen (Howden, 1989; McIntosh, Reys & Reys, 1992; Reys, 1994; Reys & Yang, 1998; Sowder, 1992a, 1992b; Treffers, 1991; Yang, 2002a, 2002b). Volgens Dehaene (2001) vormt number sense de basis voor het latere rekenen. Number sense wordt opgesplitst in twee aspecten: de relationele vaardigheden, deze gaan over het vermogen om numerieke informatie te vergelijken

en te organiseren, en de telvaardigheden. Telvaardigheden zouden het meest beïnvloed kunnen worden door contextuele verschillen zoals onderwijs. Terwijl de relationele vaardigheden meer indirect beïnvloed blijken te worden als gevolg van een verbetering op de telvaardigheden (Aunio, Niemvirta, Hautammaki, Van Luit, Shi & Zhang, 2006). De mate waarin jonge kinderen number sense ontwikkelen lijkt dus afhankelijk van de context. De capaciteiten om geschatte getalsgrootte te representeren ontwikkelen zich bij jonge kinderen voorafgaand aan taal en symbolisch tellen (Brannon & Terrace, 2000; Flombaum, Junge, & Hauser 2005; Hauser, Tsao, Garcia, & Spelke, 2003; McCrink & Wynn, 2004; Wynn, 1992; Xu & Spelke, 2000). Kinderen beschikken over een meer of minder ontwikkelde number sense, voordat ze daadwerkelijk (rond de leeftijd van 6-7 jaar) gericht aan de slag gaan met hun rekenvaardigheid. Deze primaire vaardigheden bij jonge kinderen zouden de basis vormen voor het ontwikkelen van secundaire symbolische – of verbale – nummer competenties (Feigenson, Dehaene, & Spelke, 2004). Onder een dergelijke primaire vaardigheid valt ook het maken van een mentale getallenlijn.

Bij het benaderen of schatten van aantallen (analoge codes) maken mensen van jongs af aan een mentale voorstelling van getallen in de vorm van een getallenlijn. Deze mentale getallenlijn bestaat uit kennis van geschreven cijfers, kennis van getalwoorden, de bekwaamheid om bij het tellen objecten aan te wijzen, en kennis van de grootte van Z-waarden (Aunio et al., 2006). Bij volwassenen is die getallenlijn redelijk adequaat, maar bij jonge kinderen nog niet; zij representeren in plaats van een lineaire lijn een logaritmische lijn. Hier is sprake van een logaritmisch verband tussen feitelijke grootte en de schatting van de kinderen. Getallen worden zowel onderschat als overschat door kinderen. Laski en Siegler (2007) laten zien hoe de verandering van een logaritmische getallenlijn verloopt naar een lineaire lijn naarmate kinderen ouder worden. Een goed gerepresenteerde (lineaire) mentale getallenlijn is nodig om goed te kunnen rekenen. Een niet goed gerepresenteerde lijn bemoeilijkt het rekenen. De ontwikkeling van de getallenlijn speelt dus een belangrijke rol in het rekenproces.

Bij het onderzoek naar rekenvaardigheden wordt number sense steeds belangrijker (Howell & Kemp, 2005). Het blijkt essentieel te zijn voor het vergaren van numerieke vaardigheden in het latere leven (Ee, Wong & Aunio, 2006). Number sense lijkt in zekere mate voorspellend te zijn voor de rekenprestaties op latere leeftijd. In verschillende onderzoeken is een correlatie aangetoond tussen deze twee (Jordan, Kaplan, Locuniak en Ramineni, 2007; Locuniak & Jordan, 2008; Yang, Li en

Lin, 2008). Dehaene (2001) stelt dat vooral training van belang is voor goede rekenvaardigheden. Individuele verschillen in rekenprestaties zijn volgens hem niet het resultaat van een verschil in talent, maar sterk empirisch bewijs voor het feit dat iedereen in het begin moeite heeft met ingewikkelde berekeningen en wiskundige concepten.

Werkgeheugen

Bij het aanleren van rekenvaardigheid is naast number sense ook het werkgeheugen van groot belang. Het werkgeheugen is verantwoordelijk voor verschillende cognitieve processen die nodig zijn voor flexibel en doelgericht gedrag. In het multi-componentenmodel van Baddeley (1996) wordt een voorstelling gemaakt van het werkgeheugen. In dit model zijn vier executieve functies te onderscheiden die verantwoordelijk zijn voor de uitvoering van de verschillende cognitieve processen. Deze cognitieve processen spelen een rol bij het aanleren van rekenvaardigheid. Iedere executieve functie speelt hierbij een andere rol. *Inhibitie* speelt een rol in het onderdrukken van een oude strategie, bijvoorbeeld het op de vingers tellen. *Shifting* is van belang voor het kunnen wisselen tussen strategieën en een stappenplan kunnen maken. *Updating* is belangrijk voor het vasthouden en op het juiste moment ophalen van deeloplossingen. *Planning* is belangrijk bij het selecteren van informatie die binnenkomt en het bepalen wat wel of niet wordt opgeslagen en onthouden. (Bull, Espy, & Wiebe, 2008). Uit bovenstaande komt naar voren dat het werkgeheugen functioneel is voor het aanleren van telvaardigheid. Verwacht wordt daarom dat de telvaardigheid zal verbeteren bij het trainen van het werkgeheugen.

Contextuele verschillen

Uit diverse studies is naar voren gekomen dat number sense verschilt bij kinderen (Yang, 2003; Aunio, Ee, Lim & Van Luit, 2004; Aunio et al., 2006; Ee et al., 2006; Yang et al., 2008). De studies laten geen of een minimaal verschil zien tussen jongens en meisjes, maar wel duidelijke verschillen tussen landen of steden. Deze verschillen worden toegeschreven aan taal, culturele waarden, ouderlijke betrokkenheid en de vorm van onderwijs (Aunio et al., 2004; Aunio et al., 2006; Stevenson, Lee, & Graham, 1993; Yang, 2003; Yang et al., 2008). De laatste blijkt van groot belang te zijn (Yang et al., 2008). Yang (2003) stelt dat de number sense van kinderen gevoed kan worden door een geschikte manier van onderwijs. Crossnationale vergelijkingen van rekenvaardigheid van prescholieren hebben laten

zien dat de rekenkundige prestatie van Aziatische kinderen beter is dan die van niet-Aziatische kinderen (Aunio et al., 2004). Jonge Chinese kinderen zouden beter presteren dan westerse jonge kinderen in het abstract tellen en tellen van objecten, in concrete en mentale optellingen en aftrekkingen, en in het gebruik van ingewikkelde strategieën in rekenkundig probleem oplossen. Dat dit verschil in number sense en rekenprestatie tussen kinderen van verschillende nationaliteiten mogelijk wordt veroorzaakt door het type onderwijs, roept de vraag op hoe dat in Nederland zal zijn. Heeft een verschil in type onderwijs hier invloed op de ontwikkeling van number sense en de vroege rekenvaardigheid van (jonge) kinderen?

Onderwijsvormen in Nederland

In Nederland kennen we een veelvuldig onderwijsaanbod. Een belangrijk kenmerk van het Nederlandse onderwijsbestel is de vrijheid van onderwijs, welke bestaat uit de vrijheid van richting en de vrijheid van inrichting. Vrijheid van richting houdt in dat belangengroepen van religieuze groepen de mogelijkheid hebben om binnen wettelijke kaders een school op te richten binnen het publieke bestel. De vrijheid van inrichting houdt in dat scholen vrij zijn om zelf vorm te geven aan het onderwijsleerproces (Steenbergen, 2009). Naast het reguliere basisonderwijs, openbaar of op grond van een religieuze overtuiging, kennen we de algemeen bijzondere scholen, gebaseerd op een alternatieve pedagogische ideologie. Bekende voorbeelden van deze niet-reguliere scholen zijn Jenaplan-, Montessori-, Dalton-, Freinet-, en Vrije- scholen. De onderwijstypen zijn elk gebaseerd op een specifieke pedagogische visie of levensbeschouwing (Steenbergen, 2009). Reguliere en niet reguliere scholen verschillen van elkaar op allerlei aspecten, zoals praktijk- of theoriegericht onderwijs, klassikaal of zelfstandig onderwijs, kinderen van verschillende leeftijden of dezelfde leeftijd in een groep, elk jaar dezelfde of elk jaar een andere leerkracht, elke dag rekenen of alleen in een bepaalde periode.

Op dit moment maken bijna alle scholen in Nederland gebruik van de realistische rekenmethode (Janssen, Van der Schoot, & Hemker, 2005). Ondanks dat bijna alle scholen in Nederland, regulier en niet-regulier, gebruik maken van deze realistische rekenmethode zijn er verschillen aangetoond in rekenvaardigheid tussen reguliere en niet-reguliere scholen. Uit een onderzoek van Steenbergen (2009) blijkt bijvoorbeeld dat leerlingen van Vrije scholen een forse rekenachterstand hebben in vergelijking met leerlingen in het reguliere onderwijs. Het schooltype levert een

significante bijdrage aan de voorspelling van de rekenscores. Leerlingen op deze scholen scoren lager op initiële rekenprestaties dan reguliere scholen. Volgens Steenbergen geldt voor wiskunde dat Vrije schoolleerlingen vaak al op het voortgezet onderwijs binnenkomen met fors lagere scores dan leerlingen op reguliere scholen.

Zoals eerder genoemd zijn verschillende cognitieve strategieën van belang voor het aanleren van rekenvaardigheid. Mogelijk is er verschil in strategiegebruik op reguliere en niet-reguliere scholen door verschil in lesgeven. Er zal nu worden gekeken naar de verschillen tussen reguliere en niet-reguliere scholen en de mogelijke invloed op de rekenvaardigheid.

Allereerst zijn er algemene verschillen in de uitgangspunten van de verschillende onderwijsvormen. Een belangrijk uitgangspunt van bijvoorbeeld Vrije scholen is dat kinderen de tijd en ruimte krijgen om in iedere fase ervaring op te doen als basis voor individuele ontplooiing (Lievegoed, 2003; Steiner, 2004). Centraal staat de primaire gerichtheid op een brede ontwikkeling van de leerlingen. Vrije scholen zijn niet primair gericht op de ontwikkeling van cognitieve vaardigheden (Steenbergen, 2009). Op reguliere scholen ligt de nadruk op het ontwikkelen van cognitieve basisvaardigheden (Steenbergen, 2009).

Ten tweede is er verschil in de manier van lesgeven tussen reguliere en niet-reguliere scholen. Over het algemeen wordt aangenomen dat leerlingen een basale kennis moeten hebben van rekenen om te kunnen functioneren in de maatschappij en dat zij over een aantal algemene cognitieve basisvaardigheden moeten beschikken. Deze cognitieve basisvaardigheden zijn opgenomen in de kerndoelen voor primair onderwijs, welke zijn opgesteld door het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap. Alle scholen in Nederland die gefinancierd worden door de overheid, moeten zich hieraan houden. Enkele kerndoelen wat betreft rekenen zijn dat leerlingen leren praktische en formele rekenproblemen op te lossen, ze leren structuur en samenhang van aantallen, gehele getallen, kommagetallen, breuken, procenten en verhoudingen op hoofdlijnen te doorzien, ze leren schattend tellen en rekenen, en ze leren handig optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen (Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, 2006). Aangegeven is dat de cognitieve basisvaardigheden een belangrijke rol spelen in het aanleren van rekenvaardigheid. Binnen deze cognitieve basisvaardigheden, opgesteld in kerndoelen, nemen de begrippen getalbegrip en werkgeheugen een belangrijke plaats in. Getalbegrip wordt binnen deze kerndoelen teruggedzien in inzicht en kennis

van getallen, het toepassen van strategieën en het leren schattend tellen. De rol van het werkgeheugen wordt ook teruggezien in deze doelen. Inhibitie wordt weerspiegeld in het leren schattend te tellen in plaats van op de vingers tellen. Planning is zichtbaar in het toepassen van een bepaalde strategie en updating in het vasthouden en ophalen van informatie bij verschillende rekentaakjes. Op zowel reguliere als niet-reguliere scholen wordt aan deze basisvaardigheden gehouden. Het verschil is dat op reguliere scholen de nadruk ligt op het ontwikkelen van deze cognitieve basisvaardigheden (Steenbergen, 2009). Op niet-reguliere scholen, bijvoorbeeld Vrije scholen, is naast deze cognitieve vaardigheden ook ruimte voor kunstzinnige en ambachtelijke vakken, en ligt de nadruk op een bredere ontwikkeling. Hierdoor wordt er minder tijd besteed aan de cognitieve vaardigheden dan op een reguliere school. Uit onderzoek van Besançon en Lubart (2008) blijkt dat kinderen op niet-reguliere scholen (Freinet en Montessori) beter presteren op creatieve taken. Zij hebben, meer dan kinderen op reguliere scholen, geleerd om creatief en integratief te denken. Het tegenovergestelde gold voor rekenvaardigheid. Kinderen uit niet-regulier onderwijs hadden hierbij een grote achterstand (Steenbergen, 2009). Deze tegenstelling is enigszins vreemd omdat juist integratief denken nodig is voor goede rekenvaardigheden. Ook de betrokkenheid, opleiding en etniciteit van de ouders doen anders verwachten. Een verklaring voor deze achterstand in rekenvaardigheden is dat kinderen in het niet-reguliere onderwijs gedeeltelijk zelf aan mogen geven wat ze willen leren. Mogelijk heeft rekenen daarbij weinig prioriteit.

Trainbaarheid

Number sense en werkgeheugen spelen dus een belangrijke rol in het aanleren van rekenvaardigheid. Number sense lijkt een vermogen te zijn dat kinderen al op jonge leeftijd hebben en hen voorbereidt op vroege rekenvaardigheid. Dit gegeven roept de vraag op of vroege rekenvaardigheid dan ook verbeterd kan worden door het trainen via number sense, en/of het trainen via number sense en het werkgeheugen. Zou een kind vaardiger in rekenen worden wanneer hij of zij een goed getrainde number sense heeft? Of is het daarvoor ook noodzakelijk dat het werkgeheugen hierbij betrokken wordt? Voordat hier een antwoord op gegeven zal worden, is het belangrijk te onderzoeken of de effectiviteit van de trainingen mede bepaald wordt door het type onderwijs dat kinderen krijgen.

Verskil in trainingseffect tussen regulier en niet-regulier onderwijs

Gezien de uitkomsten van bovenstaande onderzoeken is het belangrijk om de effectiviteit van number sense (en werkgeheugen) training op het verbeteren van vroege rekenvaardigheid te onderzoeken, en hierbij het type onderwijs in ogenschouw te nemen. Zou in dit geval de achterstand van Vrije schoolleerlingen voorkomen kunnen worden met behulp van het trainen via number sense? Of is het hiervoor belangrijk dat het werkgeheugen ook getraind wordt? En maakt het voor de effectiviteit van de training(en) uit of de kinderen op een reguliere of niet-reguliere school zitten? Men kan zich bijvoorbeeld afvragen of de resultaten van een number sense training bij kinderen op bijvoorbeeld een Montessorischool anders zijn dan bij kinderen op een reguliere basisschool.

In dit onderzoek wordt onderzocht of vroege rekenvaardigheid verbeterd kan worden door training van number sense, en/of van number sense en werkgeheugen. Hierbij wordt rekening gehouden met het type onderwijs dat de verschillende groepen leerlingen krijgen. Er wordt een vergelijking gemaakt tussen de resultaten van leerlingen op reguliere en niet-reguliere basisscholen. Op die manier worden antwoorden gegeven op de volgende vier onderzoeksvragen, die centraal staan in dit onderzoek: Is er in beginsel een verschil in vroege rekenvaardigheid tussen kinderen die op reguliere scholen zitten en zij die op niet-reguliere scholen zitten? Kan vroege rekenvaardigheid verbeterd worden door het trainen van number sense, en/of het trainen van number sense en werkgeheugen? Is er een verschil in het effect van de trainingen tussen reguliere en niet-reguliere basisscholen? Gezien de verschillen in onderwijsvormen wordt een verschil in trainingseffect verwacht tussen reguliere en niet-reguliere scholen.

Methoden

In deze sectie zal de gebruikte methode van dit onderzoek beschreven worden. Allereerst wordt een beschrijving gegeven van de opzet, de populatie en de procedure, vervolgens wordt besproken welke instrumenten gebruikt zijn, waar de interventie uit bestond en tot slot hoe de gegevens statistisch geanalyseerd zijn.

De opzet

In dit kwantitatieve onderzoek is gekeken of de vroege rekenvaardigheid van kinderen verbeterd kan worden door middel van een training gericht op number sense en door middel van een gecombineerde training gericht op number sense en

werkgeheugen. Daarbij is gekeken of het verschil uitmaakt of het kind op een reguliere of niet-reguliere school zit.

Uit verschillende onderzoeken is gebleken dat verschillen in number sense voor een groot deel te verklaren zijn door de manier van onderwijs. Omdat Nederland verschillende onderwijsvormen kent, werd er een verschil in vroege rekenvaardigheid verwacht tussen de verschillende onderwijsvormen. In dit onderzoek is in eerste instantie nagegaan of de trainingen een effect hebben op de vroege rekenvaardigheid. Vervolgens is gekeken of er een verband is tussen de onderwijsvorm en vroege rekenvaardigheid.

Participanten

Drie niet-reguliere basisscholen zijn benaderd om mee te werken aan het onderzoek (een Montessorischool, Daltonschool en een Vrije school). Daarnaast is er data verkregen van kinderen op drie reguliere basisscholen die op dezelfde manier hebben meegedaan aan trainingen en testen uitgevoerd door andere studenten. Uit groep 2 op deze scholen zijn vijftien kinderen random geselecteerd die vervolgens weer random verdeeld zijn over drie verschillende onderzoeksgroepen. De eerste experimentele groep kreeg de training gericht op number sense (NS-groep). De tweede experimentele groep kreeg de gecombineerde training gericht op nummer sense en werkgeheugen (NS+WM-groep). De derde groep was een controlegroep. In het totaal komt de steekproef op 90 kinderen waarvan 30 behoren tot de NS-groep, 30 tot de NS+WM-groep en 30 tot de controle groep. De ouders van de kinderen hebben middels een ondertekend briefje toestemming gegeven voor deelname van hun kind aan het onderzoek.

Procedure

Zowel de number sense training als de gecombineerde training werd vier weken lang twee keer in de week gedurende ongeveer een half uur gegeven. Bij alle kinderen, zowel van de experimentele groepen als van de controlegroep, is voorafgaand aan de training individueel een voormeting afgenomen en na afloop van de training een nameting. De metingen werden op een laptop uitgevoerd, in een ruimte waar het rustig was en het kind en de testleider niet konden worden afgeleid. Voor aanvang van de test werden de nodige instructies aan het kind gegeven. Na afloop mocht ieder kind een sticker uitkiezen. De afnameduur van de voor- en nameting duurde ongeveer 25 à 30 minuten. Vervolgens zijn de datagegevens van deze metingen uit

de controlegroep en de experimentele groepen met elkaar vergeleken, en kon het effect van de trainingen worden vastgesteld. Ook de mogelijke rol van het type onderwijs (regulier versus niet-regulier) kon worden onderzocht door de resultaten uit de twee verschillende typen te vergelijken.

Instrumenten

De voor- en nameting bestond uit een test die gebruikt werd om de vroege rekenvaardigheid bij ieder kind te meten: de getalbegriptest.

De getalbegriptest duurde ongeveer een half uur en bestond uit zes taken: *Comparison 2511*, *NL 1-10*, *NL 1-100*, *Nonverbal 1-10*, *Nonverbal 1-100* en een deel van de Utrechtse Getalbegrip Toets-Revised (Van Luit & Van de Rijt, 2009). Bij *Comparison 2511* vergeleken de kinderen twee plaatjes met een verschillende hoeveelheid stippen, en moesten zij aanwijzen welk plaatje de meeste stippen bevatte. Omdat het trainen in vergelijken van hoeveelheden zeer belangrijk is voor de ontwikkeling van getalbegrip (Gersten, Jordan & Flojo, 2005) is deze vergelijkingstaak ook een onderdeel van de test.

Omdat de ontwikkeling van een mentale getallenlijn een belangrijke rol speelt in het rekenproces, vormen getallenlijntaken ook een onderdeel van de number sense test (Laski & Siegler, 2007). Bij de *NL 1-10* en *1-100* krijgen de kinderen een getallenlijn te zien waar ze een gegeven getal op de juiste plek aan moeten geven. Voor ieder kind wordt gekeken in hoeverre de geschatte waarden een lineair verband laten zien met de werkelijke waarden. Bij de taken *Nonverbal 1-10* en *1-100* werd dezelfde uitvoering van het kind verwacht, alleen ging het hierbij om non-verbale hoeveelheden, namelijk een gegeven hoeveelheid druppels benzine waarmee een auto tot een plek op de lijn kon komen.

Tot slot is deel A van de UGT-R gebruikt om de telvaardigheden van de kinderen te meten (Van Luit & Van de Rijt, 2009). De UGT-R is een taakgerichte toets die het niveau van beheersing van getalbegrip beoogt te meten. De toets is ontwikkeld voor groep 1, 2 en 3 van het basisonderwijs en is niet gebonden aan een bepaalde rekenleergang of methodiek. Verwacht wordt dat de UGT-R een betrouwbaar en valide instrument is (Van Luit & Van de Rijt, 2009). Vier van de negen subschalen van de UGT-R zijn gebruikt. Twee van de vijf niet gebruikte onderdelen uit de UGT-R, vergelijken en schatten, zijn wel apart van de UGT-R uitgevoerd in de test, namelijk de hierboven genoemde vergelijkingstaak en getallenlijntaakjes. Omdat alleen deel A van de UGT-R uitgevoerd is, kan niet met

alle zekerheid gesteld worden dat gebruikte subschalen samen een valide en betrouwbaar instrument vormen. De volgende subschalen van de UGT-R zijn gebruikt: het gebruiken van telwoorden, synchroon en verkort tellen (tellen terwijl naar objecten wordt gewezen, het herkennen van getallen op een dobbelsteen), resultatief tellen (tellen van hoeveelheden zonder naar objecten te wijzen) en de algemene kennis van getallen, oftewel het gebruik van getallen in alledaagse situaties. Kinderen moesten bijvoorbeeld kijken hoeveel punten er waren gegooid met twee dobbelstenen en aanwijzen waar de pion op het ganzenbord moest komen te staan, of moesten aanwijzen waar de vijftiende slang in de rij stond. Elke subschaal bestond uit vijf items. Bij een fout antwoord werd het item door de computer gescoord met een nul, en bij een correct antwoord met een één. De ruwe score bestond uit het totaal aantal goede antwoorden op de in totaal twintig items.

Met behulp van de bovengenoemde zes taken werd beoogd de number sense te meten van het kind. Number sense wordt gevormd door de verschillende componenten: mentale getallenlijn, tellen en voorbereidende rekenvaardigheden (Kroesbergen, van der Ven, Kolkman, van Luit & Leseman, 2009).

Interventie

De training gericht op number sense heeft als doel om de kennis van het kind op het gebied van getalbegrip te vergroten door middel van verschillende activiteiten, waarbij de nadruk ligt op het tellen en het omgaan en begrijpen van getallenlijnen. Deze training bestaat uit de volgende acht onderdelen:

Tellen 1-10 en 1-20. In de eerste en de tweede sessie werd tellen 1-10 gespeeld. De kinderen werd gevraagd of zij tot 10 konden tellen. Dit werd eerst gezamenlijk gedaan, vervolgens moesten de kinderen om de beurt tot 10 tellen. Daarna werd de moeilijkheidsgraad verhoogd door met elkaar van 10 terug te tellen naar 1. Ook dit werd eerst gezamenlijk gedaan en daarna om de beurt. Tot slot werd het spel nog wat moeilijker gemaakt. Eerst werd er gezamenlijk van 5 tot 10 geteld en daarna om de beurt. De kinderen moesten eerst hun leeftijd opnoemen (5, een enkeling 6) en daarna verder tellen tot 10. In de overige sessies, van de derde tot en met de achtste sessie, werd tellen 1-20 gespeeld. Dit spel werd gaandeweg iets moeilijker gemaakt. Alle sessie beginnen eerst met gezamenlijk tellen van 1 tot 20. Vervolgens moesten kinderen om de beurt van 1 tot 20 tellen. In de derde en vierde sessie werd de moeilijkheidsgraad verhoogd door terug te tellen van 20 naar 1. Dit werd eerst gezamenlijk gedaan en daarna om de beurt. In de vijfde en zesde sessie

werd ook teruggeteld van 20 naar 1, maar er werd nog een spel toegevoegd. Er werd aan de kinderen gevraagd om tot 20 te tellen met telkens één overslaan, en te beginnen bij 2, dus 2, 4, 6, etc. In de zevende en achtste sessie werd naast het tellen van 1 tot 20 en het terugtellen van 20 naar 1 een nieuw onderdeel toegevoegd. Er werd aan de kinderen gevraagd om van 8 naar 20 te tellen, vervolgens van 12 tot 20 en dan van 15 tot 20. Tot slot werd aan de kinderen gevraagd van 4 terug te tellen naar 1, dan van 8 naar 1 en dan van 12 naar 1.

Stippen bingo 1-10. Dit spel werd in de eerste en tweede sessie gespeeld. De kinderen kregen allemaal een kaart met daarop 8 vakken. In deze vakken stonden stippen. Dit waren aantallen van 1 tot 10. De kinderen kregen één voor één een kaartje te zien met daarop een cijfer. Er werd gevraagd het cijfer te benoemen en daarna het vakje met het zelfde aantal stippen in te kleuren.

Stappenpad spel. Dit spel werd in de eerste en tweede sessie gespeeld. De kinderen kregen elk 2 bladzijden met een daarop een getal. Dit waren in totaal 10 bladzijden met getallen van 1 tot 10. Eerst moesten de kinderen deze in de goede volgorde op de grond leggen. Vervolgens moesten de kinderen tellend over het pad lopen. Tot slot werden de kinderen in groepjes van 2 opgedeeld en werd een dobbelspel gespeeld. Het ene kind gooit en het andere kind zet het gegooide aantal stappen op het pad. Deze rollen werden na een ronde omgedraaid en het spel werd nogmaals gespeeld.

Kaartspel. Dit spel werd in de derde en vierde sessie gespeeld. De kinderen kregen kaartjes met getallen van 1 tot 10. Deze moesten ze in de goede volgorde op tafel neerleggen. Vervolgens kregen de kinderen 10 kaartjes met stippen van 1 tot 10. Deze moesten ze naast het goede getal op tafel leggen.

Bordspel 1-20. Dit spel werd in de derde, vierde, vijfde en zesde sessie gespeeld. De kinderen kregen een bladzijde met daarop een stappenpad van 1 tot 20. Bij dit spel mochten de kinderen om de beurt gooien met een dobbelsteen en het gegooide aantal met een pion op het stappenpad lopen. De kinderen werd gevraagd het aantal stappen dat ze namen telkens hardop te tellen.

Sam & Pam. Dit spel werd in de vijfde en zesde sessie gespeeld. Bij dit spel spelen 2 beertjes een rol, Sam en Pam. Sam en Pam willen allebei graag het meeste hebben. Er werden twee kaartjes neergelegd, een bij Sam en een bij Pam, met daarop een aantal stippen. De kinderen werd gevraagd wie er meer gekregen heeft, Sam of Pam. Vervolgens kregen de kinderen 2 kaartjes met cijfers te zien. De

kinderen moesten de getallen koppelen aan de kaartjes met stippen. Er werd kaartjes met getallen en stippen van 1 tot en met 100 gebruikt.

Schatten op de getallenlijn. Dit spel werd in de zevende en achtste sessie gespeeld. De kinderen kregen een getallenlijn te zien van 1 tot 20. De 1 en de 20 werden aangewezen. Ook de plaats waar de 10 staat op de lijn werd aangewezen. Vervolgens werden een aantal getallen genoemd waarvan de kinderen de plaats op de lijn aan moesten wijzen.

De bovengenoemde spellen richten zich op de verschillende onderdelen van getalbegrip, namelijk het vermogen om numerieke hoeveelheden te verwerken, te begrijpen en te schatten (Dehaene, 2001).

De combi-training heeft als doel de kennis van het kind op het gebied van number sense te vergroten en het werkgeheugen van het kind te trainen door middel van verschillende activiteiten, waarbij de nadruk ligt op activiteiten die een beroep doen op de verbale en visuele werkgeheugen vaardigheden. Deze training bestaat uit de volgende acht onderdelen:

Ik ga op reis en ik neem mee 1-10 en 1-20. Dit spel werd in de eerste, tweede, derde en vierde sessie gespeeld. Er werd aan de kinderen gevraagd om om de beurt één ding te noemen die ze meenemen op vakantie. De kinderen moesten steeds beginnen met de zin: 'Ik ga op reis en ik neem mee...'. Elk kind moest de eerder genoemde dingen onthouden en opnoemen voordat ze er zelf een ding aan toevoegden. De moeilijkheidsgraad van dit spel werd verhoogd door bij de tweede ronde van het spel ook een aantal te noemen. Bijvoorbeeld 'Ik ga op reis en ik neem mee... 5 knuffels'. Bij de eerste en tweede sessie werden aantallen tot 10 gebruikt. Bij de derde en vierde sessie werd de moeilijkheidsgraad nog iets verhoogd door aantallen tot 20 te gebruiken.

Memory 1-10 en 1-20. Dit spel werd in de eerste, tweede, derde, vierde, zevende en achtste sessie gespeeld. In de eerste en tweede sessie werd memory 1-10 gespeeld. Aan de ene kant van de tafel werden 10 kaartjes met getallen op de kop gelegd. Aan de andere kant van de tafel werden 10 kaartjes met stippen van 1 tot 10 op de kop gelegd. De kinderen moesten om de beurt een kaartje uit de ene groep en een kaartje uit de andere groep omdraaien. Telkens moesten zij het cijfer benoemen en het aantal stippen tellen. De kinderen moesten op die manier de kaartjes die bij elkaar horen opzoeken. De moeilijkheidsgraad van dit spel werd na

de tweede sessie verhoogd door in de overige sessies kaartjes van 1 tot 20 te gebruiken.

Getallenlijn spel 1-10 en 1-20. Dit spel werd in sessie één tot en met zes gespeeld. In de eerste en tweede sessie kregen de kinderen een bladzijde met een getallenpad van 1 tot 10. De kinderen moesten om de beurt gooien met een dobbelsteen en hardop zeggen wat ze gegooid hadden. Vervolgens moest één kind herhalen wat iedereen had gegooid. Daarna mochten de pionnen op het pad geplaatst worden en werd er doorgedaan naar de volgende ronde. In de derde, vierde, vijfde en zesde sessie werd een getallenpad van 1 tot 20 gebruikt.

Ik ga naar de dierentuin en ik zie 1-20. Dit spel werd in de vijfde, zesde, zevende en achtste sessie gespeeld en sluit aan op het spel 'Ik ga op reis en ik neem mee...'. Bij dit spel werd de kinderen gevraagd om te beginnen met de zin 'Ik ga naar de dierentuin en ik zie...'. Vervolgens moesten zij een dier noemen. Ook bij dit spel moesten de kinderen de eerder genoemde dieren onthouden en er zelf één aan toevoegen. De moeilijkheidsgraad werd verhoogd door niet alleen een dier, maar ook het aantal dieren te noemen.

Sam & Pam werkgeheugen 1-20. Dit spel werd in de vijfde, zesde, zevende, en achtste sessie gespeeld. Bij dit spel speelden twee beertjes, Sam en Pam, een rol. Sam en Pam willen alleen maar dingen van hun eigen kleur. Sam wil alleen maar blauw en Pam wil alleen maar rood. De kinderen kregen kaartjes te zien met daarop een blauw of een rood cijfer. Vervolgens moesten zij aangeven wie dat kaartje zou willen hebben, Sam of Pam. Daarna werd het kaartje op de kop neergelegd bij Sam of Pam. De kinderen werd gevraagd of zij nog wisten welk cijfer er op het kaartje stond. De moeilijkheidsgraad werd verhoogd door steeds meer cijfers te laten onthouden. In de eerste instantie 1 cijfer, daarna 2 cijfers, dan 3 cijfers en tot slot 4 cijfers.

Deze spellen richten zich op de verschillende onderdelen van number sense; het vermogen numerieke hoeveelheden te verwerken, te begrijpen en te schatten (Dehaene, 2001), en op de verschillende onderdelen van het werkgeheugen, namelijk het kunnen wisselen tussen verschillende taken of gedachten (Shifting) (Monsell, 1996, zoals geciteerd in St. Clair-Thompson & Gathercole, 2006), een dominante reactie op stimuli tegenhouden (*inhibition*) (Stroop, 1935, zoals geciteerd in St. Clair-Thompson & Gathercole, 2006) en binnenkomende informatie monitoren en coderen, en tegelijk het adequaat vasthouden van informatie die reeds in het werkgeheugen is, door het verplaatsen van de aandacht van niet-langer relevante

informatie naar nieuwe, meer relevantere informatie (Updating)(Moris & Jones, 1990).

Statistische analyse

De verkregen data zijn geanalyseerd, om te bepalen of de leerlingen die de trainingen gevolgd hebben een beter resultaat hadden op de posttest dan de kinderen uit de controle groep. Daarnaast is er gekeken of er een verschil in effect was tussen de number sense en de combi-training. Als laatste zijn kinderen van reguliere en niet-regulier basisscholen met elkaar vergeleken en is onderzocht of er in beginsel een verschil is in vroege rekenvaardigheid, en of er een verschil in vooruitgang is gedurende het tijdsbestek van de interventie.

De pretest is gebruikt om te berekenen of er in beginsel een significant verschil in vroege rekenvaardigheid was tussen kinderen van reguliere en niet-reguliere scholen. Hierbij is gebruik gemaakt van een ANOVA. Bij de andere onderzoeksvragen is gebruik gemaakt van zowel de pretest als de posttest, omdat het hierbij ging om het effect van de trainingen en een verschil in regulier en niet-regulier onderwijs. Daarvoor is gekozen voor een herhaalde metingen MANOVA. Er werd gekeken of de kinderen verschil lieten zien op de pretest en de posttest en of de kinderen uit de trainingsgroepen een groter verschil lieten zien dan degenen uit de controlegroep. Ook werd onderzocht of de grootte van het verschil tussen beide testen verschilt bij kinderen die de number sense training en kinderen die de combi-training hebben gevolgd. Daarna werden de effecten van de trainingen bij kinderen uit niet-regulier onderwijs vergeleken met kinderen uit regulier onderwijs. Het trainingseffect wordt daarbij uitgesplitst in het effect van de combi-training en het effect van de number sense training.

De software die is gebruikt voor het berekenen van de verschillen en effecten is SPSS. Hiervoor wordt gekozen omdat beide toetsen met dit programma uitgevoerd kunnen worden. Bij alle toetsen wordt een significantieniveau van $\alpha=5\%$ gehanteerd.

Resultaten

Er is onderzocht of er effect is van training gericht op number sense en een training gericht op number sense en werkgeheugen op de vroege rekenvaardigheid, en of er verschil is in het effect van de trainingen tussen kinderen van reguliere en niet-reguliere scholen. Dit onderzoek is uitgevoerd op verschillende reguliere en niet-reguliere basisscholen. In totaal hebben 115 proefpersonen deelgenomen, waarvan

56 meisjes en 59 jongens. 57 kinderen zitten op een reguliere school en 58 kinderen op een niet-reguliere school. De gemiddelde leeftijd van de kinderen was 5 jaar en 8 maanden ($SD=4.19$). Het jongste kind was 4 jaar en 10 maanden en het oudste 6 jaar en 4 maanden oud. Het aantal jongens en meisjes was per schooltype ongeveer gelijk en er waren geen significante verschillen in de leeftijd. Dit is weergegeven in tabel 1.

Tabel 1. *Beschrijvende statistieken over leeftijd, geslacht en schooltype.*

	Regulier onderwijs		Niet-regulier onderwijs	
	<i>N</i>	leeftijd M (<i>SD</i>)	<i>N</i>	leeftijd M (<i>SD</i>)
Steekproef	57	68.93 (3.84)	58	68.29 (4.44)
Jongens	25	69.88 (3.84)	34	68.68 (4.64)
Meisjes	32	68.25 (3.78)	24	67.75 (4.20)

Om de onderzoeksvragen te beantwoorden is eerst onderzocht of er een verschil is in scores op de getalbegriptest bij kinderen van reguliere en niet-reguliere scholen. Omdat sommige kinderen op enkele testen, of delen van testen, ongeldige scores hadden was het niet mogelijk om voor elke test de uitkomsten van hetzelfde aantal kinderen te gebruiken. Per test is vermeld van hoeveel kinderen de scores verwerkt zijn. Er is besloten de uitkomsten van de NL1-100 en de NV1-100 buiten beschouwing te laten, omdat de taken van deze testen nog te moeilijk bleken te zijn voor kinderen in deze leeftijd. Om de data te analyseren werd bij elke subtest gebruik gemaakt van een onafhankelijke t-toets.

Vervolgens is onderzocht wat het effect is van de training gericht op number sense en de training gericht op number sense en werkgeheugen, en of het effect van deze trainingen verschilt tussen kinderen van reguliere en niet-reguliere scholen. Om dit te bepalen is voor elke subtest van de getalbegriptest een MANOVA voor herhaalde metingen uitgevoerd. Deze analyse is geschikt om te zien of er verschil is tussen de voormeting en de nameting, en of er verschil is tussen de groepen. Middels deze analyse kon per subtest worden geanalyseerd of er een verschil in gemiddelde totaalscores of correlatiecoëfficiënten bestond tussen de controle- en de NS-groep, en tussen de controle- en NS+WM-groep (wel of geen hoofdeffect van groep). Vervolgens is gekeken of deze groepen verschilden in de ontwikkeling op de subtest (wel of geen interactie-effect van tijd en conditie). Tot slot is er gekeken

naar een mogelijk interactie-effect van tijd, conditie en type onderwijs, om te weten te komen of het voor de ontwikkeling op de subtest voor de groepen uitmaakt of deze op een reguliere of niet-reguliere school zitten. De binnenfactor was 'tijd', en de tussenfactoren waren 'groep' en 'schooltype'. Deze drie punten worden hieronder besproken nadat er is gekeken of er een verschil is in scores op de getalbegriptest bij kinderen van reguliere en niet-reguliere scholen.

Er is gekeken naar de invloed van het type onderwijs op de vroege rekenvaardigheid van jonge kinderen. Op de subtest Comparison moesten de kinderen hoeveelheden met elkaar vergelijken. De kinderen scoorden één punt per juist item, de maximale score was 30. Er werd geen significant verschil gevonden tussen kinderen van reguliere en niet-reguliere basisscholen $t(91)=.817$, $p>.05$. Dit is weergegeven in tabel 2.

Tabel 2. *Beschrijvende statistieken van de subtest Comparison, scores per schooltype.*

	Regulier onderwijs		Niet-regulier onderwijs		<i>t</i>
	<i>N</i>	<i>M (SD)</i>	<i>N</i>	<i>M (SD)</i>	
Comparison	45	27.24 (2.81)	48	26.65 (4.10)	.817

Noot. Theoretisch minimum=.00, theoretisch maximum=30.00.

Op deel A van de Utrechtse Getalbegrip Toets-Revised (UGT-R) moesten kinderen voornamelijk telopdrachten doen. Voor elk juist item kregen ze één punt, de maximale score was twintig punten. De kinderen van niet-regulier onderwijs scoorden hoger dan de kinderen uit het reguliere onderwijs. Dit verschil was significant, $t(113)=-4.81$, $p=.00$. Dit is weergegeven in tabel 3.

Tabel 3. *Beschrijvende statistieken van de subtest UGT-A, scores per schooltype.*

	Regulier onderwijs		Niet-regulier onderwijs		<i>t</i>
	<i>N</i>	<i>M (SD)</i>	<i>N</i>	<i>M (SD)</i>	
UGT-A	57	10.19 (3.91)	58	13.38 (3.16)	-4.81*

* $p<.05$

Noot. Theoretisch minimum=.00, theoretisch maximum=20.00.

Bij verbale getallenlijn van 1-10 (NL1-10) werd de kinderen gevraagd om op de lijn van één tot tien een getal aan te wijzen. Bij de non-verbale getallenlijn (NV1-10)

zagen de kinderen in plaats van getallen een hoeveelheid stippen. Aan het begin van de getallenlijn stond één stip en aan het eind stonden tien stippen de kinderen moesten (zonder de hoeveelheid te tellen) aanwijzen waar ze dachten dat de hoeveelheid hoorde. Om het getalbegrip te onderzoeken is het van belang te kijken naar de lineaire samenhang tussen de schattingen van een kind. De scores genoemd in tabel 4 laten zien in de kinderen netjes lineair schatten, dus of er bij kleinere waarden ook sprake is van kleinere afwijkingen. Hierbij geldt hoe hoger de score, hoe sterker het lineaire verband en hoe beter het kind in de meeste gevallen kan schatten. Een sterk lineair verband kan er echter in sommige gevallen ook op duiden dat een kind getallen systematisch over- of onderschat.

Op de NL1-10 lieten kinderen uit het niet-reguliere onderwijs een significant sterker lineair verband zien bij de schatting van getallen, dan de kinderen van regulier onderwijs, $t(88)=-1.98$ $p=.05$. Op de non-verbale getallenlijnen werden geen significante verschillen gevonden. NV1-10, $t(89)=-.528$, $p>.05$ en NV1-100, $t(100)=-.436$, $p>.05$. Dit is weergegeven in tabel 4.

Tabel 4. *Beschrijvende statistieken van het lineair verband in de verbale en non-verbale getallenlijn, scores per schooltype.*

	Regulier onderwijs		Niet-regulier onderwijs		<i>t</i>
	<i>N</i>	<i>M (SD)</i>	<i>N</i>	<i>M (SD)</i>	
NL1-10 lineair	52	.76 (.29)	38	.86 (.17)	-1.98*
NV1-10 lineair	53	.61 (.28)	49	.64 (.30)	-.528
NV1-100 lineair	38	.58 (.26)	53	.60 (.21)	-.436

* $p<.05$

Noot. Theoretisch minimum=.00, theoretisch maximum=1.00.

Om te onderzoeken of de vroege rekenvaardigheid trainbaar is, zijn de kinderen ingedeeld in drie groepen; een number sense trainingsgroep (NS-groep), een groep die een combinatie-training van number sense en werkgeheugen volgde (NS+WM-groep) en een controle groep (C). Hieronder wordt per subtest gekeken of er effect is van de trainingen en of er verschil is in effect per schooltype.

Comparison. Allereerst wordt de NS-groep vergeleken met de controlegroep. De gemiddelde totaalscores tussen de NS-groep en de controlegroep verschillen statistisch niet significant. In tabel 5 zijn de beschrijvende statistieken van de subtest Comparison weergegeven. De twee groepen verschillen op de deze subtest

niet in de ontwikkeling. De MANOVA laat ook zien dat het voor de ontwikkeling op deze subtest voor beide groepen niet uitmaakt of deze op een reguliere of niet-reguliere school zitten.

Tabel 5. *Beschrijvende statistieken op de subtest Comparison voor- (T1) en nameting (T2) bij NS groep en controlegroep.*

	Groep	N	T1	T2
			M (SD)	M (SD)
Comparison	NS	32	27.34 (1.77)	27.38 (1.76)
	C	30	25.77 (5.24)	26.60 (4.16)

Noot. Theoretisch minimum=.00, theoretisch maximum=30.00.

Vervolgens wordt de NS+WM-groep met de controlegroep vergeleken. Uit de MANOVA bleek dat de kinderen uit de NS+WM-groep en de controlegroep significant verschilden op de gemiddelde totaalscores op de subtest Comparison, $F(1,56)=5.18$, $p=.03$. De NS+WM-groep scoorde gemiddeld significant hoger dan de controlegroep op deze subtest. De gemiddelde scores op de voor- en nameting zijn weergegeven in tabel 6. De NS+WM-groep en de controlegroep verschilden niet in de ontwikkeling op de subtest Comparison. Tot slot laat de MANOVA zien dat het voor de ontwikkeling op deze subtest voor beide groepen niet uitmaakt of deze op een reguliere of niet-reguliere school zitten.

Tabel 6. *Beschrijvende statistieken op de subtest Comparison voor- (T1) en nameting (T2) voor de NS+WM-groep en de controlegroep.*

	Groep	N	T1	T2
			M (SD)	M (SD)
Comparison	NS+WM	30	27.93 (1.95)	28.03 (1.40)
	C	30	25.77 (5.24)	26.60 (4.16)

Noot. Theoretisch minimum=.00, theoretisch maximum=30.00.

UGT-R deel A. Allereerst wordt de NS-groep vergeleken met de controlegroep. Uit de MANOVA blijkt dat er op de subtest UGT-A geen statistisch significant verschil in gemiddelde totaalscores tussen de NS-groep en de controlegroep is. In tabel 7 zijn de beschrijvende statistieken op de UGT-A te zien. De MANOVA laat zien dat er een

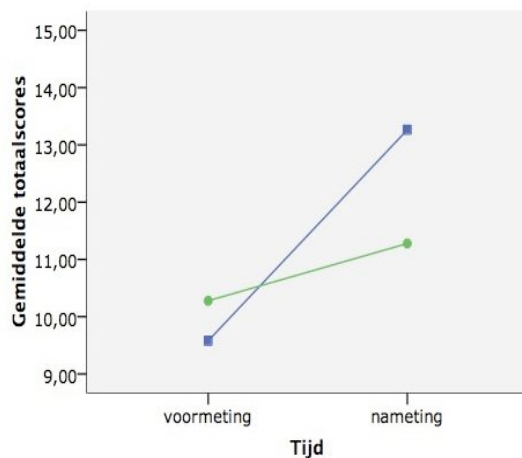
interactie-effect van tijd en conditie is, (*Wilks' Lambda*=.94), $F(1,71)=4.38$, $p=.04$. De NS-groep gaat significant beter vooruit op de UGT-A dan de controlegroep.

Tabel 7. Beschrijvende statistieken op UGT-A voor- (T1) en nameting (T2) bij de NS groep en de controlegroep.

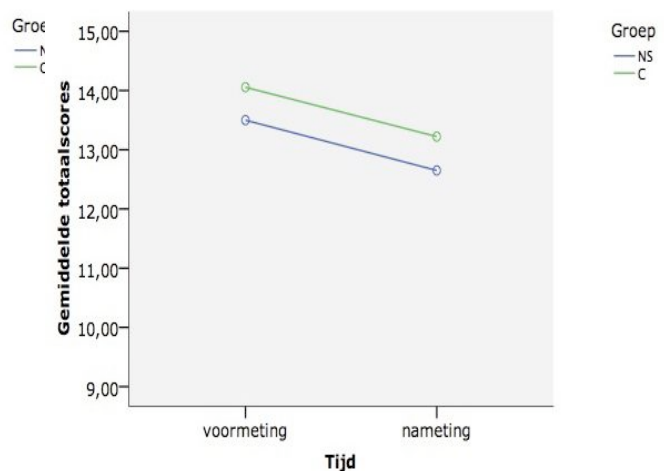
	Groep	N	T1	T2
			M (SD)	M (SD)
UGT-A	NS	39	11.59 (3.80)	12.95 (2.92)
	C	36	12.17 (3.88)	12.25 (3.83)

Noot. Theoretisch minimum=.00, theoretisch maximum=20.00.

In figuur 1.1 en 1.2 zijn de gemiddelde totaalscores op de voor- en nameting van de NS groep en de controlegroep op de reguliere en niet-reguliere scholen te zien. De twee groepen laten een andere ontwikkeling zien op de reguliere scholen dan op de niet-reguliere scholen. De MANOVA geeft aan dat er een statistisch significant interactie-effect is van tijd, conditie en type onderwijs, (*Wilks' Lambda*=.94), $F(1,71)=4.49$, $p=.04$. Alleen op het reguliere onderwijs laat de NS-groep statistisch significante vooruitgang zien.



Figuur 1.1 Gemiddelde totaalscores op UGT-A regulier onderwijs



Figuur 1.2 Gemiddelde totaalscores op UGT-A niet-regulier onderwijs

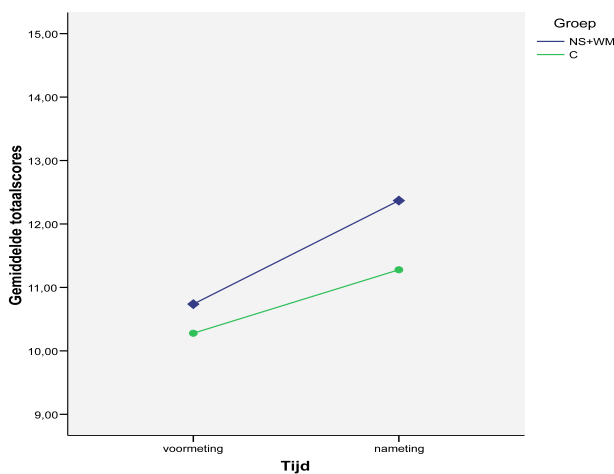
Vervolgens is er gekeken naar de NS+WM-groep en de controlegroep. Op de subtest UGT-A is geen statistisch significant verschil gevonden in gemiddelde totaalscores

tussen de NS+WM-groep en de controlegroep. De gemiddelde scores op de voor- en nameting zijn weergegeven in tabel 8. Uit de MANOVA blijkt wel een statistisch significant verschil in de ontwikkeling op de subtest UGT-A tussen de NS+WM-groep en controlegroep (*Wilks' Lambda*=.93), $F(1,71)=5.34$, $p=.02$. Kinderen uit de NS+WM-groep zijn significant meer vooruitgegaan op de UGT-A dan de kinderen uit de controlegroep. Tot slot is nagegaan of het voor de ontwikkeling op de subtest uitmaakt voor de kinderen of zij op een reguliere of niet-reguliere school zitten, het interactie-effect tussen tijd, conditie en schooltype. Dit bleek niet uit te maken. De ontwikkeling van de experimentele en controlegroep op de reguliere scholen zijn weergegeven in de bijlage in figuur 2.1 en op de niet-reguliere scholen in figuur 2.2.

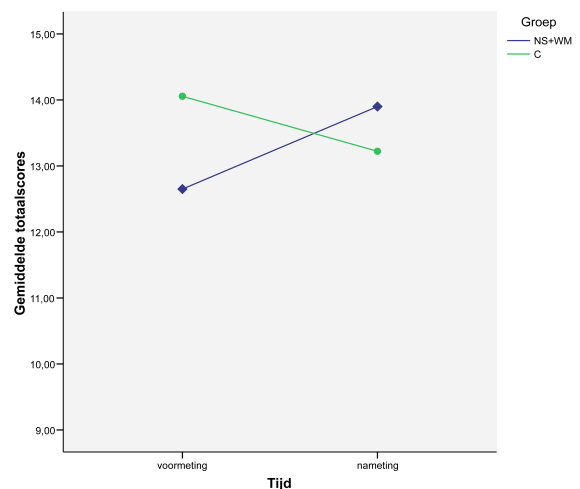
Tabel 8. Beschrijvende statistieken op UGT-A voor- (T1) en nameting (T2) bij de NS+WM-groep en de controlegroep.

	Groep	N	T1	T2
			M (SD)	M (SD)
UGT-A	NS + WM	39	11.72 (4.08)	13.15 (4.16)
	C	39	12.17 (3.88)	12.25 (3.83)

Noot. Theoretisch minimum=.00, theoretisch maximum=20.00.



Figuur 2.1 Gemiddelde totaalscores op UGT-A regulier onderwijs



Figuur 2.2 Gemiddelde totaalscores op UGT-A niet-regulier onderwijs

Van de overige drie subtesten (NL1-10, NV1-10 en NV1-100) worden in de tabellen en figuren kwadraten van een Pearson's correlatie coëfficiënt (R^2) weergegeven,

welke berekend zijn over de gevraagde en geschatte data. Wanneer kinderen verbeteren in het schatten op een getallenlijn zal het verband tussen schatting en werkelijke waarde ook meer lineair lopen. De R^2 in de grafieken en tabellen van deze drie subtesten brengen die lineariteit tot uitdrukking. Bij 1 is sprake van een perfecte schatting. Hoe dichter het getal ligt bij 1, hoe beter er is geschat op de getallenlijn.

NL1-10. Op de verbale getallenlijn 1-10 (NL1-10) is er tussen de NS-groep en de controlegroep een statistisch significant verschil in gemiddelde correlatiecoëfficiënten gevonden, $F(1,53)=4.28$, $p=.04$. De NS-groep heeft gemiddeld een hogere correlatiecoëfficiënt dan de controlegroep. In tabel 9 zijn de beschrijvende statistieken op de NL1-10 weergegeven voor de NS groep en de controlegroep. Er is geen statistisch significant verschil in ontwikkeling tussen deze twee groepen gevonden. Uit de MANOVA blijkt ook dat er geen statistisch significant interactie-effect is van tijd, conditie en type onderwijs.

Tabel 9. *Beschrijvende statistieken op subtest NL1-10 voor- (T1) en nameting (T2) bij NS-groep en controlegroep.*

	Groep	N	T1	T2
			M (SD)	M (SD)
NL10	NS	31	.85 (.19)	.89 (.16)
	C	26	.71 (.33)	.74 (.33)

Noot. Theoretisch minimum=.00, theoretisch maximum=1.00.

Op de subtest NL1-10 is er tussen de NS+WM-groep en de controlegroep geen statistisch significant verschil in gemiddelde correlatiecoëfficiënten gevonden. In tabel 10 zijn de beschrijvende statistieken op de subtest NL1-10 weergegeven voor de NS+WM-groep en de controlegroep. Er is geen statistisch significant verschil in ontwikkeling tussen deze twee groepen gevonden. Uit de MANOVA blijkt ook dat er geen statistisch significant interactie-effect is van tijd, conditie en type onderwijs.

Tabel 10. Beschrijvende statistieken op de subtest 1-10 voor- (T1) en nameting (T2) bij NS+WM-groep en controlegroep.

	Groep	N	T1	T2
			M (SD)	M (SD)
NL1-10	NS+WM	31	.82 (.22)	.80 (.24)
	C	26	.71 (.33)	.74 (.33)

Noot. Theoretisch minimum=.00, theoretisch maximum=1.00.

NV1-10. Op de non-verbale getallenlijn 1-10 (NV1-10) is geen statistisch significant verschil in gemiddelde correlatiecoëfficiënten tussen de NS-groep en de controlegroep gevonden. In tabel 11 zijn de beschrijvende statistieken van de twee groepen op de voor- en nameting weergegeven. Te zien is dat de NS-groep op de voormeting een gemiddelde heeft van .54 en op de nameting .71, terwijl de controlegroep van .64 naar .65 gaat. Deze interactie tussen tijd en conditie is statistisch significant, (*Wilks' Lambda*=.93), $F(1,60)=4.29$, $p=.04$. Er is echter geen statistisch significant interactie-effect van tijd, conditie en type onderwijs gevonden.

Tabel 11. Beschrijvende statistieken op de subtest NV1-10 voor- (T1) en nameting (T2) bij NS-groep en controlegroep.

	Groep	T1		T2	
		N	M (SD)	N	M (SD)
NV10	NS	33	.54 (.28)	33	.71 (.25)
	C	33	.64 (.28)	31	.65 (.32)

Noot. Theoretisch minimum=.00, theoretisch maximum=1.00.

Op de non-verbale getallenlijn 1-10 (NV1-10) is ook geen statistisch significant verschil in gemiddelde correlatiecoëfficiënten tussen de NS+WM-groep en de controlegroep gevonden. In tabel 12 zijn de beschrijvende statistieken van deze twee groepen op de voor- en nameting weergegeven. Het bleek dat de kinderen uit de NS+WM-groep en de controlegroep niet significant van elkaar verschillen in de ontwikkeling op deze subtest. Ook bleek uit de MANOVA dat het voor de ontwikkeling op de subtest NV1-10 voor beide groepen niet uit te maken of de kinderen op een reguliere of niet-reguliere school zitten.

Tabel 12. Beschrijvende statistieken op de subtest NV1-10 voor- (T1) en nameting (T2) bij NS+WM-groep en controlegroep.

	Groep	N	T1	T2
			M (SD)	M (SD)
NV1-10	NS+WM	32	.69 (.27)	.66 (.29)
	C	31	.64 (.28)	.65 (.32)

Noot. Theoretisch minimum=.00, theoretisch maximum=1.00.

NV1-100. Bij de non-verbale getallenlijn 1-100 (NV1-100) is geen statistisch significant verschil in gemiddelde correlatiecoëfficiënten gevonden tussen de NS-groep en de controlegroep. Tabel 13 laat de beschrijvende statistieken van beide groepen op de voor- en nameting zien. Er is wel een statistisch significant interactie-effect van tijd en conditie gevonden, (*Wilks' Lambda*=.92,) $F(1,53)=4.24$, $p=.04$. Er is geen statistisch significant interactie-effect van tijd, conditie en type onderwijs gevonden. Het maakt voor de kinderen van de NS groep en de kinderen van de controlegroep niet uit of zij op een reguliere of niet-reguliere school zitten.

Tabel 13. Beschrijvende statistieken op de subtest NV1-100 voor- (T1) en nameting (T2) bij NS-groep en controlegroep.

	Groep	N	T1	T2
			M (SD)	M (SD)
NV100	NS	30	.56 (.26)	.66 (.23)
	C	27	.62 (.18)	.59 (.23)

Noot. Theoretisch minimum=.00, theoretisch maximum=1.00.

Ook de kinderen uit de NS+WM-groep en de kinderen uit de controlegroep bleken niet significant van elkaar te verschillen op de gemiddelde correlatiecoëfficiënten. De beschrijvende statistieken op de subtest NV1-100 op de voor- en nameting zijn weergegeven in tabel 14. Kinderen uit de NS+WM-groep en de controlegroep bleken ook in de ontwikkeling op de subtest NV1-100 niet significant van elkaar te verschillen. Tot slot bleek er geen interactie-effect van tijd, conditie en schooltype. Het maakt voor zowel de NS+WM-groep als de controlegroep voor de ontwikkeling niet uit of zij op een reguliere of niet-reguliere school zitten.

Tabel 14. Beschrijvende statistieken op de subtest NV1-100 voor- (T1) en nameting (T2) bij NS+WM-groep en controlegroep.

	Groep	N	Voormeting	Nameting
			M (SD)	M (SD)
NV1-100	NS+WM	28	.63 (.24)	.67 (.25)
	C	27	.62 (.18)	.59 (.23)

Noot. Theoretisch minimum=.00, theoretisch maximum=1.00.

Discussie

Number sense en type onderwijs

Er zijn significante verschillen gevonden in de uitkomsten van een aantal subtesten van de getalbegriptest bij jonge kinderen, tussen degenen die regulier onderwijs en zij die niet-regulier onderwijs volgen. Op de Comparison test blijken de kinderen niet te verschillen. Op de UGT-A scoren kinderen van niet-regulier onderwijs significant hoger dan kinderen van regulier onderwijs. Daarnaast is er een significant verschil gevonden bij de schattingen op de NL1-10. Kinderen van niet-regulier onderwijs scoorden hierbij beter. Bij de non-verbale getallenlijnen zijn geen significante verschillen gevonden in de samenhang tussen de schattingen. De gevonden verschillen wijzen in dezelfde richting. Steeds scoorden de kinderen van niet-regulier onderwijs beter. Kinderen uit het niet-reguliere onderwijs lijken dus te beschikken over betere telvaardigheden (UGT-A) en meer inzicht te hebben in de getallenlijn.

Trainingseffect en type onderwijs

Uit de resultaten van de experimentele en controlegroepen blijkt dat er per subtest verschillende uitkomsten zijn wat betreft trainingseffect. Op de subtest Comparison en de verbale getallenlijn 1-10 blijken de twee experimentele groepen niet te verschillen van de controlegroepen in de ontwikkeling van number sense. Bij deze taken lijken de trainingen niet voor een verbetering van number sense te hebben gezorgd. Dit geldt ook voor de kinderen uit de NS+WM-groep op de non-verbale getallenlijn 1-10 en van 1-100. De kinderen uit de NS-groep laten daarentegen bij deze twee taken wel vooruitgang zien, in tegenstelling tot de controlegroep. De enige taak waarop beide experimentele groepen een trainingseffect laten zien is de UGT-A.

Maakt het voor het effect van training uit of deze op een reguliere of niet-reguliere school gegeven wordt? Dit blijkt voor de kinderen uit de NS+WM-groep bij alle taken niet uit te maken. De kinderen uit de NS-groep die regulier onderwijs volgden scoorden beter op de UGT-A. Bij de andere testen is geen verschil gevonden.

Wat is nu de betekenis van deze conclusies? Kinderen die een training kregen die bestond uit number sense- en werkgeheugenspelletjes, lieten alleen vooruitgang zien op de UGT-A. Dit is niet vreemd gezien de UGT-A vooral telvaardigheid meet, en bij het meten hiervan een beroep doet op het werkgeheugen van de kinderen. Hier lieten deze kinderen zien dat zij beter zijn geworden. Kinderen die alleen een training kregen die bestond uit number sensespelletjes lieten een verbetering zien op drie subtesten: beide non-verbale getallenlijntesten en de UGT-A. Deze kinderen hebben vooral spelletjes gedaan om de representatie van hun mentale getallenlijn beter te maken, en dat is zichtbaar in hun prestaties op de non-verbale getallenlijntesten. Ze zijn na de training beter geworden in het maken van een mentale voorstelling. Laski en Siegler (2007) gaven in hun onderzoek weer dat een logaritmische getallenlijn lineair wordt naarmate kinderen ouder worden. Dat deze kinderen na de training een sterkere vooruitgang laten zien dan kinderen uit de controlegroep, geeft aan dat kinderen zeker baat kunnen hebben bij een dergelijke training. Vooral kinderen die moeite hebben met het maken van een lineaire mentale getallenlijn. Een goed gerepresenteerde mentale getallenlijn is immers nodig om goed te kunnen rekenen. Opvallend is dat de kinderen uit de NS-groep niet beter zijn geworden op de verbale getallenlijntest. Wellicht is het voor kinderen van deze leeftijd misschien lastiger om cijfers goed in een rij te plaatsen dan stippen.

De kinderen die training van number sense hebben gehad scoren, net zoals de kinderen die training van number sense en werkgeheugen hebben gehad, beter op de UGT-A, maar zonder dat zij werkgeheugenspelletjes hebben gehad in hun training. Kijkende naar de effecten van beide trainingen zou gesteld kunnen worden dat training van number sense én het werkgeheugen geen meerwaarde biedt op de training van number sense. De kinderen uit de NS-groep zijn immers op meer testen vooruitgegaan, dan de NS+WM-groep. Dit moet echter met voorzichtigheid gesteld worden, omdat niet duidelijk is of de NS+WM-groep misschien wel op andere oefeningen van de UGT-A beter presteert dan de NS-groep doet. Mogelijk scoren zij vooral goed op de oefeningen die een beroep doen op het werkgeheugen, terwijl de

kinderen uit de NS-groep goed scoren op de oefeningen die een beroep doen op hun number sense. Dit roept de vraag op of het voor de vroege rekenvaardigheid ook belangrijk is dat het werkgeheugen verbeterd wordt. Men kan zich ook afvragen of het misschien voor kinderen van deze leeftijdsgroep te veel gevraagd is om via number sense én werkgeheugentraining de vroege rekenvaardigheid te trainen. Zo bleek tijdens de uitvoering dat de meeste kinderen het erg lastig vonden om memorie te spelen van 20 kaarten met stippen (van 1 tot 20 stippen) en 20 kaarten met getallen (van 1 tot 20). Zou het voor deze leeftijdsgroep te moeilijk zijn om in deze mate een beroep te doen op het werkgeheugen? Aan deze vragen zou in vervolgonderzoek aandacht kunnen worden besteed.

De conclusies moeten met voorzichtigheid genomen worden omdat er geen zicht was op de rekenactiviteiten buiten de training. Misschien hebben ze buiten de training in de klas ook oefeningen of spelletjes gedaan die invloed hebben gehad op de resultaten. Daarnaast zijn de trainingen uitgevoerd door verschillende trainers wat van invloed zou kunnen zijn op de resultaten. De trainers hadden alleen de beschikking over een handleiding, waarin de spellen uitgelegd werden. Ze waren onervaren en niet vooraf getraind voor het geven van deze trainingen. Hierdoor kan het zijn dat er verschillen zijn geweest in de uitvoering van de trainingen. In het vervolg zou hier aandacht aan besteed moeten worden. Daarnaast zou het kunnen zijn dat de kinderen niet zo zeer een effect laten zien van training maar dat het effect wordt veroorzaakt omdat ze de subtesten voor de tweede keer maken. Er zou dus sprake kunnen zijn van een leereffect in plaats van een trainingseffect.

Verder gaat dit onderzoek er vanuit dat de gebruikte subtesten een goede weerspiegeling/begripsvalide zijn van vroege rekenvaardigheid. Er kan echter niet met zekerheid gesteld worden dat deze meetinstrumenten valide en betrouwbaar zijn. In dit onderzoek kon alleen per subtest uitspraken worden gedaan, de resultaten van de subtesten zijn niet samen genomen tot een getalbegriptest. Als gevolg kan dus geen uitspraak worden gedaan over een verbetering op number sense (getalbegrip), maar een verbetering op een bepaalde taak. Tot slot kan niets gezegd worden over het effect van deze trainingen bij kinderen waarvan gebleken is (uit toetsen of tests) dat deze slecht zijn in rekenen. Kinderen die zwak in rekenen zijn, waren niet meegenomen in de steekproef. Interessant voor vervolgonderzoek is om te kijken of deze trainingen kunnen bijdragen aan de (vroege) rekenvaardigheid bij kinderen die op dit gebied erg zwak zijn en of het waardevol kan zijn om de

training gericht op number sense in te voeren in het rekenonderwijs op de basisschool.

De resultaten uit de vergelijkingen tussen kinderen op reguliere scholen en niet-reguliere scholen wijzen erop dat type onderwijs geen invloed heeft op het effect van de trainingen. Op alle taken behalve de UGT-A bij de NS-groep lijkt het niet uit te maken of de kinderen op een reguliere of niet-regulier school zitten. Alleen op de UGT-A liet de NS-groep uit het reguliere onderwijs een sterkere vooruitgang zien dan de NS-groep uit het niet-reguliere onderwijs. Een mogelijke verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat de kinderen uit het niet-reguliere onderwijs minder volgbaar zijn dan de kinderen uit het reguliere onderwijs omdat ze het klassikale karakter van de trainingen niet of minder gewend zijn. Opvallend is dat de kinderen uit het niet-reguliere onderwijs op de voormeting een betere vroege rekenvaardigheid hebben dan de kinderen uit het reguliere onderwijs. Ze verbeteren echter niet na de trainingen, terwijl de kinderen uit het reguliere onderwijs wel vooruitgang laten zien. Wellicht hebben kinderen uit het reguliere onderwijs meer baat bij de trainingen. Onderzocht moet worden welke factoren aan deze uitkomsten ten grondslag liggen. Mogelijk kan het zo zijn dat kinderen die in beginsel laag scoren op number sense meer baat hebben bij de training dan kinderen die beter scoren. Mogelijk is de training voor de rekensterke kinderen minder uitdagend of speelt het alleen in op dingen die zij al beheersen.

Dat de kinderen uit het niet-reguliere onderwijs in aanvang een betere vroege rekenvaardigheid hebben dan de kinderen uit het reguliere onderwijs zou ook nog een andere oorzaak kunnen hebben dan alleen het type onderwijs. Uit onderzoek is naar voren gekomen dat ook taal, culturele waarden, ouderlijke betrokkenheid en de verwachting die ouders van het onderwijs hebben invloed hebben op de number sense (Yang, 2003; Aunio et al., 2004; Aunio et al., 2006; Ee et al., 2006; Yang et al., 2008). Vermoedelijk zijn er geen grote taalverschillen tussen de kinderen van de verschillende scholen. Maar wel is bekend dat het percentage allochtone leerlingen op niet-reguliere scholen zeer laag is (Steenbergen, 2009). Culturele waarden kunnen dus mogelijk ook een rol spelen. Daarnaast hebben de ouders, die kiezen voor niet-regulier onderwijs, voor een relatief groot deel hoger onderwijs genoten, zijn de verwachtingen die de ouders van het onderwijs hebben hoger en is de ouderlijke betrokkenheid hoger (Edwards, 2002; Besançon & Lubart, 2008; Steenbergen, 2009). De mogelijke rol die deze factoren zouden kunnen hebben op number sense

en de trainbaarheid hiervan bij kinderen verdienen zeker de aandacht in vervolgonderzoek.

Literatuurlijst

- Aunio, P., Ee, J., Lim, A., Hautamki, J. & Van Luit, J. E. H. (2004). Young children's number sense in Finland, Hong Kong and Singapore. *International Journal of Early Years Education*, 12, 195-216.
- Aunio, P., Niemivirta, M., Hautammaki, J., Van Luit, J. E. H., Shi, J. & Zhang, M. (2006). Young children's number sense in China and Finland. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 50, 483-502.
- Baddeley, A. (1996). Exploring the central executive. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49, 5-28.
- Besançon, M., & Lubart, T. (2008). Differences in the development of creative competencies in children schooled in diverse learning environments. *Learning and Individual Differences*, 18, 381-389.
- Brannon, E. M., & Terrace, H. S. (2000). Representation of the numerosities 1-9 by rhesus macaques (*macaca mulatta*). *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 26(1), 31-49.
- Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology*, 33, 205-228.
- Dehaene, S. (1997). *The number sense*. New York: Oxford University Press.
- Dehaene, S. (2001). Précis of "The number sense". *Mind & Language*, 16, 16-36.
- Edwards, C. P. (2002). Three approaches from Europe: Waldorf, Montessori and Reggio Emilia. *Early Childhood Research & Practice*, 4(1).
- Ee, J., Wong, K. Y., & Aunio, P. (2006). Numeracy of young children in Singapore, Beijing & Helsinki. *Early Childhood Education Journal*, 33, 325-332.
- Feigenson, L., Dehaene, S., & Spelke, E. (2004). Core systems of number. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(7), 307-314.
- Flombaum, J., Junge, J., & Hauser, M. D. (2005). Rhesus monkeys (*macaca mulatta*) spontaneously compute addition operations over large numbers. *Cognition*, 97(3), 315-325.

- 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.
- Hauser, M. D., Tsao, F., Garcia, P., & Spelke, E. S. (2003). Evolutionary foundations of number: Spontaneous representation of numerical magnitudes by cotton-top tamarins. *Proceedings of the Royal Society London Series B Biological Science, 270*(1523), 1441–1446.
- Howden, H. (1989). Teaching number sense. *Arithmetic Teacher, 36*, 6–11.
- Howell, S., & Kemp, C. (2005). Defining early number sense: A participatory Australian study. *Educational Psychology, 25*, 555–571.
- Janssen, J., Van der Schoot, R., & Hemker, B. (2005). *Balans van het reken-wiskunde onderwijs aan het einde van de basisschool. Uitkomst van de vierde peiling in 2004*. Arnhem: Cito.
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Locuniak, M. N., & Ramineni, C. (2007). Predicting First-Grade math achievement from developmental number sense trajectories. *Learning Disabilities Research & Practice, 22*(1), 36–46.
- Kroesbergen, E. H., Van der Ven, S. H. G., Kolkman, M. E., Van Luit, J. E. H., & Leseman, P. P. M. (2009). Executieve functies en de ontwikkeling van (voorbereidende) rekenvaardigheid. *Pedagogische Studiën, 86*, 334-349.
- 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*(6), 1723-1743.
- Lievegoed, B. C. J. (2003). *Ontwikkelingsfasen van het kind*. Zeist: Vrij Geestesleven.
- 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.
- Malofeeva, E., Day, J., Saco, X., Young, L., & Cianco, D. (2004). Construction and evaluation of a number sense test with Head Start children. *Journal of Educational Psychology, 96*, 648–659.
- McCrink, K., & Wynn, K. (2004). Large number addition and subtraction by 9-month-old infants. *Psychological Science, 15*(11), 776–781.
- McIntosh, A., Reys, B. J. & Reys, R. E. (1992). A proposed framework for examining basic number sense. *For the Learning of Mathematics, 12*, 2–8.

- Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (2006). *Kerndoelen Primair Onderwijs*. Den Haag: Deltahage.
- Reys, B. J. (1994). Promoting number sense in middle grades. *Teaching Mathematics in the Middle School*, 1(2), 114–120.
- Reys, R. E. & Yang, D. C. (1998). Relationship between computational performance and number sense among sixth- and eighth-grade students in Taiwan. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29, 225–237.
- Sowder, J. (1992a). Estimation and number sense. In D.A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 371–389). New York: Macmillan.
- Sowder, J. (1992b). Making sense of numbers in school mathematics. In G. Leinhardt & R. Hattrup (Eds.), *Analysis of arithmetic for mathematics teaching* (pp. 1–51). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- St. Clair-Thompson, H. L., & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59, 745–759.
- Steenbergen, H. (2009). Vrije en reguliere scholen vergeleken: Een onderzoek naar de effectiviteit van Vrije scholen en reguliere scholen voor voortgezet onderwijs (published doctoral dissertation). GION, Gronings Instituut voor Onderzoek van Onderwijs, Groningen.
- Steiner, R. (2004). *Opvoeding en Onderwijs. Spirituele grondslagen*. Zeist: Cristofoor.
- Stevenson, H., Lee, S. & Graham, T. (1993). Chinese and Japanese kindergartens: case study in comparative research, in: B. Spodek (Ed.) *Handbook of research on the education of young children* (New York, Macmillan), 519–535.
- Treffers, A. (1991). Meeting innumeracy at primary school. *Educational Studies in Mathematics*, 26, 333–352.
- Van Luit, J. E. H., & Van de Rijt, B. A. M. (2009). *Utrechtse Getalbegrip Toets Revised*. Doetinchem: Graviant.
- Wynn, K. (1992). Addition and subtraction by human infants. *Nature*, 358, 749–750.
- Xu, F. & Spelke, E. S. (2000). Large number discrimination in 6-month-old infants. *Cognition*, 74(1), B1–B11.
- Yang, D. C. (2002a). Teaching and learning number sense: One successful process-oriented activity with six grade students in Taiwan. *School Science and Mathematics*, 102, 152–157.

- Yang, D. C. (2002b). The study of sixth grade students' development of number sense through well-designed number sense activities. *Chinese Journal of Science Education*, 10(3), 233–259.
- Yang, D. C. (2003). Teaching and Learning Number Sense – An Intervention Study of Fifth Grade Students in Taiwan. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1(1), 115-134.
- Yang, D., Li, M. & Lin, C. (2008). A study of the performance of 5th graders in number sense and its relationship to achievement in mathematics. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6, 789-807.