

De samenhang tussen domein algemene- en specifieke vaardigheden en (automatic)
mapping bij kleuters

Auteur: Marit Strikwerda, 3328910
Opleiding: Master Orthopedagogiek, Universiteit Utrecht
Cursus: Master Thesis
Cursusjaar: 2009-2010
Begeleider: Mw. M.E. Kolkman, MSc.
Tweede beoordelaar: Mw. S.W.M. Toll, MSc.
Datum: Juni 2010

Voorwoord

Dit onderzoeksverslag is geschreven in het kader van mijn master orthopedagogiek aan de Universiteit van Utrecht. In dit verslag staat het onderwerp domein algemene en domein specifieke vaardigheden centraal, en de invloed hiervan op (automatic) mapping bij kinderen. Het schrijven van dit onderzoeksverslag heb ik als een zeer leerzame tijd ervaren. Graag wil ik van deze gelegenheid gebruik maken om een aantal mensen te bedanken. Allereerst wil ik mijn begeleidster van het onderzoek bedanken. Door de prettige begeleiding en samenwerking en de feedback die ik van Meijke Kolkman heb gekregen, is het mij gelukt dit eindresultaat neer te zetten. Ook de basisscholen waar de dataverzameling plaats mocht vinden wil ik bedanken, zonder hen had dit onderzoek niet tot stand kunnen komen. Tot slot is een dankwoord aan mijn ouders op zijn plaats; zij hebben mij de mogelijkheid gegeven deze studie te volgen en hebben mij hierbij altijd volop gesteund.

*Marit Strikwerda,
Juni 2010*

Summary

Background: This study focuses on the mathematical development of pre-schoolers. The aim of this study is to clarify the relation between domain specific and domain-general (mathematical) skills and (automatic) mapping of pre-schoolers. It is expected that there is a relation between the Size Congruity Effect and automatic mapping of children. The SCE provides information about the extent to which there is automatic mapping. It is also expected that number knowledge, inhibition and the visuospatial sketch pad correlate with automatic mapping and Size Congruity Effect. **Participants:** In total, 255 pre-schoolers have participated in this study (130 girls and 125 boys). **Method:** A two-time measurement has taken place, in which the children performed five mathematical and working memory tasks. Five of these tasks were investigated in this study. **Results:** There is a significant correlation between Size Congruity Effect and automatic mapping. Number knowledge and inhibition are related to the Size Congruity Effect and automatic mapping, in contrast to the visuospatiel sketchpad. **Conclusion:** It appears that number knowledge of pre-school children is a significant predictor of automatic mapping, and number knowledge also changes the Size Congruity Effect. The suppressing of a dominant stimulus (inhibition) also affects the SCE and automatic mapping. The visuospatiel sketchpad does not correlate significant to automatic mapping, contrary to the hypotheses.

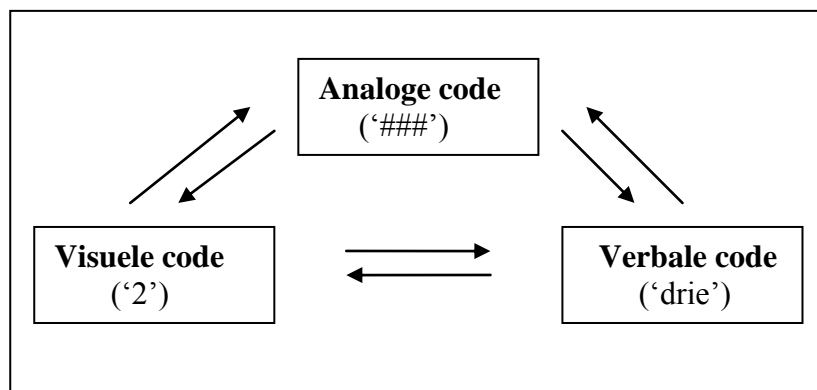
Key words: SCE, inhibition, numerical representations, visuospatiel sketchpad, automatic mapping.

INLEIDING

Goed kunnen rekenen is een belangrijke voorwaarde voor het optimaal kunnen functioneren in de maatschappij: rekenen is een manier van communiceren. Zo spelen bij verschillende alledaagse activiteiten, zoals het betalen van boodschappen en klokkijken, rekenvaardigheden een belangrijke rol (Ruijssenaars, Van Luit, & Van Lieshout, 2004). Tekorten in rekenvaardigheden kunnen problemen veroorzaken binnen, maar ook buiten de school (Passolunghi, Vercelloni, & Schadee, 2007). Het aanleren van rekenvaardigheden bij kinderen is dan ook een zeer belangrijk component binnen het onderwijs. Naast domein specifieke kennis (de rekenvaardigheden), speelt ook domein algemene kennis (cognitieve vaardigheden) een belangrijke rol bij de rekenontwikkeling van kinderen. Het is echter

onduidelijk in hoeverre deze twee domeinen met elkaar samenhangen. Dit onderzoek zal zich richten op de rekenontwikkeling, waarbij het “Triple Code Model”, “automatic mapping” en “Size Congruity Effect” aan de orde zullen komen. Hierbij staat de samenhang met cognitieve vaardigheden centraal.

Om goed te kunnen rekenen zijn volgens het Triple Code Model, zoals beschreven door Dehaene (1992), drie getalcodes van essentieel belang (Campbell & Epp, 2005; Dehaene, 1992). De drie codes zijn de verbale code (‘twee’), visuele code (‘2’) en de analoge code (‘###’). De analoge code ontwikkelt zich als eerste, het gaat dan puur om het begrijpen van hoeveelheden. Naarmate kinderen ouder worden en naar school gaan, ontwikkelen zij de andere twee codes. Om te kunnen rekenen, dienen de drie codes bij elkaar betrokken te worden, aangezien er sprake is van voortdurende interactie tussen deze codes (zie figuur 1). Zo is de analoge code bijvoorbeeld belangrijk voor het begrijpen van de visuele en verbale code; er wordt betekenis gegeven aan de twee codes. Op die manier is het mogelijk om vergelijkingen te maken tussen hoeveelheden en symbolen en om te schatten (Dehaene 1992; Dehaene & Cohen, 1995). Een kritische noot bij het Triple Code Model is dat er geen aandacht wordt gegeven aan de ontwikkeling van de drie codes, de codes worden alleen beschreven.



Figuur 1. Schematische representatie van drie codes van het Triple Code Model (Gebaseerd op Dehaene, 1992).

Wanneer kinderen hoeveelheden (de analoge code) aan symbolen (de visuele code) kunnen koppelen, is er sprake van automatic mapping (Ebersbach, Luwel, Andrea, Onghena, & Verschaffel, 2008). De mentale getallenlijn speelt hierbij een belangrijke rol: als getsymbolen vrijwel direct correct op een (mentale) getallenlijn worden geplaatst, is er sprake van automatic mapping (Laski & Siegler, 2007). De ontwikkeling van de mentale getallenlijn verloopt van logaritmisch naar lineair. Naarmate kinderen ouder worden en meer

ervaring opdoen met rekenen, wordt de getallenlijn meer lineair. Kleuters hebben de neiging om kleine getallen te overschatten, waardoor er een logaritmisch verband ontstaat. Hoe groter het verschil is tussen de getallen en hoe kleiner de grootte van de getallen, hoe sneller en nauwkeuriger kinderen antwoorden (Ebersbach et al., 2008; Laski & Siegler, 2007). Ook worden getallen die bekend zijn bij de kinderen sneller en nauwkeuriger op de (mentale) getallenlijn geplaatst (Ebersbach et al., 2008). Hieruit kan opgemaakt worden dat getalkennis een belangrijke rol speelt bij de rekenontwikkeling van kinderen. Getalkennis ontwikkelt zich met de jaren. Om rekentaken goed uit te kunnen voeren is getalkennis noodzakelijk, waardoor het van essentieel belang is dat getalkennis is/wordt geautomatiseerd bij kinderen (Gebuis, Herfs, Kenemans, De Haan, & Van der Smagt, 2009). Bij kennis van getallen spelen twee domeinen een belangrijke rol: het begrijpen van de getallen en de mogelijkheid te tellen. Als er sprake is van geen/geringe getalkennis bij kinderen, kan dit een voorspeller zijn van (latere) rekenproblemen (Passolunghi et al., 2007).

Er kan inzicht worden verkregen in de mate van automatic mapping bij kinderen middels het Size Congruity Effect (SCE). Met SCE kan de numerieke ontwikkeling worden gemeten, en heeft tot doel inzicht te verkrijgen in hoeverre er sprake is van automatic mapping. Er wordt bekeken hoezeer kinderen in staat zijn om hoeveelheden (adequaat) aan getalsymbolen te koppelen. Hierbij is getalkennis van belang (Landerl & Kölle, 2009). Wanneer er sprake is van een klein SCE bij kinderen, betekent dit dat zij in staat zijn om numerieke hoeveelheden (de analoge code) te verwerken (Gebuis, Kadosh, De Haan, & Henik, 2008). Het SCE kan gemeten worden door vergelijkingstaken. Er worden dan twee getallen of hoeveelheden (bijvoorbeeld stippen) gepresenteerd en deze getallen/hoeveelheden kunnen verschillen in waarde en fysieke grootte (Van Opstal, Moors, Fias, & Verguts, 2008). Drie condities kunnen hierbij worden onderscheiden, namelijk de neutrale conditie, de congruente conditie en de incongruente conditie. Bij de neutrale conditie zijn de getallen/hoeveelheden gelijk, alleen verschillen deze in fysieke grootte. Bij de congruente conditie zijn de fysiek grote getallen/hoeveelheden eveneens het meest in aantal. Bij de incongruente conditie is dit niet het geval; de fysiek grotere getallen/hoeveelheden geven een mindere waarde/hoeveelheid aan (Gebuis et al., 2008). Er kan verwacht worden dat de reactietijd bij opgaven waarbij er sprake is van de congruente conditie (bijvoorbeeld: 2-6) sneller is in vergelijking met opgaven binnen de incongruente conditie (bijvoorbeeld: 6-2). Ook blijkt het SCE groter te zijn naarmate de getallen en hoeveelheden verder uit elkaar liggen (Fitousi & Algom, 2008; Van Opstal et al., 2008). Als er sprake is van een groot SCE,

betekent dit dat getallen niet direct toegankelijk zijn waardoor er geen sprake is van automatic mapping (Gebuis et al., 2008).

Naast domeinspecifieke kennis, zoals beschreven in het Triple Code Model en automatic mapping, speelt domein algemene kennis een belangrijke rol bij de (reken)ontwikkeling van kinderen. Het werkgeheugen is hierbij een belangrijk component. In verschillende onderzoeken naar de ontwikkeling van schoolse vaardigheden wordt het werkgeheugenmodel van Baddeley (1996) als uitgangspunt genomen, alsook in dit onderzoek. Baddeley beschrijft het werkgeheugen als een centraal uitvoerend systeem dat ondersteund wordt door drie hulpsystemen (of: slaafsystemen) en een executief controlesysteem. Het centraal uitvoerend systeem stelt vast wat er moet gebeuren, welke informatie bruikbaar is en stuurt de drie hulpsystemen aan. De drie hulpsystemen zijn de fonologische lus (tijdelijke opslag van verbale informatie), het visueel-ruimtelijk schetsblok (tijdelijke opslag van visueel-ruimtelijke informatie) en de episodische buffer; deze legt een verbinding tussen informatie van diverse bronnen (Baddeley, 2003). Passolunghi en collega's (2007) beschrijven dat het werkgeheugen een belangrijke voorspeller is voor rekenvaardigheid, met uitzondering van het hulpsysteem 'de fonologische lus'; dit blijkt geen goede voorspeller voor het rekenen (wel voor het leren lezen), aldus Passolunghi en collega's (2007). Het visueel-ruimtelijk schetsblok speelt wel een belangrijke rol bij de (vroege) rekenontwikkeling van kinderen (Holmes & Adams, 2006; Passolunghi et al., 2007). Middels een visueel ruimtelijke updating taak kan inzicht worden verkregen in het hulpsysteem 'visueel ruimtelijk schetsblok' (Alloway, Gathercole, Kirkwood, & Elliott, 2008). Tekorten in het visueel-ruimtelijk schetsblok kunnen onder andere voor problemen met tellen, visuele aandacht en schatten zorgen. Bij vergelijkingstaken spelen deze vaardigheden eveneens een rol (bijvoorbeeld het tellen/schatten van stippen). Het lijkt er dan ook sterk op dat het visueel ruimtelijk schetsblok en SCE (automatic mapping) met elkaar in verband staan. Het executieve controlesysteem speelt eveneens een rol bij het goed kunnen leren rekenen. Om tot de (meta)cognitieve processen te komen, zoals plannen en doelgericht gedrag, spelen de executieve functies een belangrijke rol (Bull, Espy, & Wiebe, 2008; Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter, & Wager, 2000). Er bestaat echter geen eenduidige definitie over executieve functies (Zelazo, Muller, & Frye, 2003). In verschillende onderzoeken worden een drietal executieve functies onderscheiden, te weten updating, shifting en inhibitie. Het opslaan, vergelijken en bijwerken van informatie in het werkgeheugen gebeurt bij de eerstgenoemde executieve functie updating (Van der Ven & Kroesbergen, 2007). Updating is een proces die onder andere een sterke invloed heeft op het visueel-ruimtelijk schetsblok; updatingprocessen zorgen namelijk voor

verwerking en manipuleren van (visuele) informatie (Miyake et al., 2000). Bij shifting gaat het om het kunnen wisselen tussen verschillende taken (Bull et al., 2008; Miyake et al., 2000), bijvoorbeeld het kunnen wisselen van strategieën en taken. Tot slot is er de executieve functie inhibitie: hier gaat het om het onderdrukken van een dominante reactie (Bull et al., 2008; Miyake et al., 2000). Inhibitie is belangrijk voor het oplossingsproces bij rekenen: wanneer er sprake is van een hoge mate van inhibitie bij kinderen, zijn zij in staat relevante informatie te selecteren en irrelevante informatie te negeren. Hierdoor kunnen kinderen onder andere een geschikte strategiekeuze maken (Miyake et al., 2000). Het lijkt er sterk op dat de mate van inhibitie samenhangt met het SCE bij kinderen: bij de vergelijkingstaak, die het SCE meet, dienen kinderen zich te focussen op de waarde van de getallen en is het zaak niet afgeleid te worden door de (verschillende) fysieke groottes van de getallen (Van Opstal et al., 2008).

Middels dit onderzoek wordt getracht duidelijkheid te scheppen over de samenhang tussen domein algemene vaardigheden en domein specifieke vaardigheden. Hierdoor worden eventuele hiaten in de literatuur zichtbaar en kan er een bijdrage geleverd worden aan bestaande kennis. Met betrekking tot de praktische relevantie kan gesteld worden dat door kennis van verschillende (reken)processen, leerkrachten sneller problemen kunnen signaleren en tevens het onderwijs kunnen aanpassen aan het individuele kind (Gathercole et al., 2006). Hierdoor wordt de (reken)ontwikkeling van kinderen optimaal gestimuleerd. Het eerste doel van dit onderzoek is na te gaan of er sprake is van een samenhang tussen automatic mapping en SCE. Er wordt onderzocht in hoeverre verschillende automatic mapping taken met elkaar samenhangen en wat de relatie is met SCE. Gebuis en collega's (2008) beschrijven dat als het SCE klein is, er sprake is van automatic mapping. Kinderen kunnen dan numerieke hoeveelheden verwerken en deze koppelen aan getalsymbolen (Ebersbach et al., 2008). Verwacht wordt dat wanneer er sprake is van automatic mapping, het SCE klein(er) wordt. De eerste vraagstelling luidt dan ook: *“Is er sprake van een negatieve samenhang tussen automatic mapping en SCE bij kleuters?”*.

Vervolgens is het onderzoek gericht op automatic mapping en getalkennis bij kinderen. Automatic mapping verwijst naar het proces waarbij kinderen hoeveelheden (automatisch) aan getallen kunnen koppelen (Ebersbach et al., 2008). Kennis van getallen is hierbij van belang (Landerl & Kölle, 2009). Uit onderzoek blijkt dat getalkennis een belangrijke voorspeller is voor het goed kunnen (leren) rekenen (Gebuis et al., 2009; Passolunghi et al., 2007). Verwacht wordt dan ook dat de mate van getalkennis bij kinderen positieve invloed heeft op automatic mapping. De tweede onderzoeksvraag is dan ook: *heeft getalkennis een positieve invloed op automatic mapping bij kleuters?*

Het inzicht verschaffen over een eventuele relatie tussen inhibitie en SCE/automatic mapping is het derde doel van dit onderzoek, hier heerst tot op heden nog onduidelijkheid over. Hieruit voortvloeiend wordt de derde vraagstelling: *“Is er sprake van een relatie tussen inhibitie en SCE/automatic mapping?”*. Het lijkt er op dat de mate van inhibitie samenhangt met het SCE/automatic mapping. Bij SCE/automatic mapping gaat het eveneens om het onderdrukken van fysieke groottes; kinderen dienen zich te focussen op de waarden van de getallen (Van Opstal et al., 2008). Verwacht wordt daarom dat wanneer er sprake is van goede inhibitievaardigheden bij kinderen er geen SCE optreedt en de mate van automatic mapping toeneemt. Wanneer er sprake is van goede inhibitie, kunnen kinderen een dominante reactie onderdrukken (Bull et al., 2008). Dit kan betekenen dat kinderen ook niet gevoelig zijn voor fysieke groottes van getallen en hoeveelheden, waardoor zij zich zullen focussen op de waarden van de getallen en hoeveelheden.

Tot slot beschrijven Passolunghi en collega's (2007) dat het visueel ruimtelijk schetsblok een belangrijke rol speelt bij het rekenen. Verwacht wordt dat wanneer kinderen goed in staat zijn om visueel ruimtelijke informatie (tijdelijk) te onthouden (visueel ruimtelijk schetsblok en updating) dit samenhangt met automatic mapping. Kinderen hebben dan het vermogen om te tellen, te schatten, visuele gegevens op te slaan en de opdracht te onthouden (Passolunghi et al., 2007), waardoor zij de opdracht correct kunnen uitvoeren. De vierde onderzoeksvraag luidt dan ook: *“Is er sprake van een samenhang tussen het visueel ruimtelijk schetsblok en automatic mapping?”*.

METHODEN

Participanten

Om antwoord te krijgen op de vraagstellingen zijn 255 kinderen (130 meisjes en 125 jongens) getest die op het moment van de dataverzameling in groep 1 of 2 zaten van het basisonderwijs in en rondom de stad Utrecht. De gemiddelde leeftijd van deze kinderen is 4.9 jaar. De scholen zijn geselecteerd op het aantal autochtone kinderen, waardoor vrijwel alleen Nederlandse kinderen hebben deelgenomen aan het onderzoek.

Procedure

De kinderen zijn in drie opeenvolgende fasen getest, namelijk eerst in januari/februari en mei/juni 2009 en vervolgens in januari/februari 2010. De kinderen hebben driemaal dezelfde rekentaken uitgevoerd. De rekentaken waren of gericht op getalbegrip (domeinspecifiek) of op het werkgeheugen (domeinalgemeen). De testassistenten hebben

alvorens de testfasen van start gingen een training gevolgd. Hierdoor waren zij op de hoogte van de afnameprocedure van de verschillende taken en raakten zij bekend met het testmateriaal. Alle kinderen zijn individueel getest in een afgezonderde, rustige ruimte binnen de desbetreffende basisschool. De motivatie van de kinderen werd getracht in stand te houden en/of te verhogen middels materiële bekrachtiging; er werd nadrukkelijk tegen de kinderen gezegd dat zij een sticker konden verdienen als zij zich goed zouden inzetten.

Beschrijving van de instrumenten

Automatic mapping en SCE

De ‘verbale getallenlijn’ en ‘verbale vergelijkingstaak’ meten samen het begrip automatic mapping. De waarden van de twee testen zijn vergelijkbaar gemaakt door ze te transformeren in z-scores (Baarda, De Goede, & Van Dijkum, 2007). Deze twee taken zeggen iets over de mate waarin kinderen in staat zijn hoeveelheden aan getallen te koppelen. Dit sluit aan bij de definitie die aan automatic mapping wordt gegeven door Ebersbach en collega’s (2008). Bij de ‘verbale getallenlijn’ taak 1 en 2 legt het kind een relatie tussen het getal en de positie die deze behoort te krijgen op de getallenlijn. Bij taak 1 positioneert het kind in totaal 8 getallen tussen de 1 en de 10 op de getallenlijn, bij taak 2 zijn dit 22 getallen met een waarde tussen de 1 en de 100. De positie die het kind geeft aan de getallen, wordt vergeleken met de werkelijke positie. Middels een regressieanalyse wordt bekeken in hoeverre de individuele prestaties van de kinderen aansluiten bij de best passende regressielijn. Op deze manier wordt inzicht verkregen in het verband tussen de variabelen ‘getallen’ en ‘waarde’. De verbale vergelijkingstaak is een maat voor het SCE, wat onderdeel uitmaakt van automatic mapping bij kinderen. Bij deze vergelijkingstaak ziet het kind twee getallen, waarbij het getal met de meeste waarde aangewezen dient te worden. Er is sprake van afwisseling tussen een congruente, incongruente en neutrale conditie. Bij de congruente conditie is het hoogste getal eveneens het fysiek grootste getal. De incongruente conditie betekent dat het grootste getal, fysiek kleiner is weergegeven dan het andere getal. Tot slot de neutrale conditie; alleen de waarde van de getallen verschilt hier, de fysieke groottes zijn gelijk. Het kind maakt in totaal 30 opgaven, waarbij de verschillende condities random aan het kind worden getoond. Het SCE wordt gemeten door een verschil in reactietijd tussen de congruente en incongruente condities (Gebuis et al., 2008). Hoe kleiner het verschil in reactietijd tussen de twee condities is, hoe kleiner het SCE.

Kennis van getallen

Getalkennis wordt gemeten aan de hand van de taak ‘getallen benoemen’. Alvorens het kind van start gaat met de verbale getallenlijn taken, wordt het kind gevraagd cijfers van 1-10 (taak 1) of 1-100 (taak 2) te benoemen. De cijfers worden random aan het kind getoond. Het aantal correct gegeven antwoorden wordt als maat genomen voor getalkennis bij kinderen.

Werkgeheugen

Inhibitie wordt gemeten met de ‘Flanker-taak’ (Eriksen & Schultz, 1979, zoals geciteerd in Stins, Van Baal, Polderman, Verhulst, & Boomsma, 2004). De kinderen zien vijf schapen op een rij en krijgen de opdracht het middelste schaap te voeren. Dit doen zij door te kijken welke kant het schaap opkijkt en vervolgens de juiste knop (dus: links of rechts) in te drukken. Er worden twee condities door elkaar aan het kind getoond; bij de congruente conditie kijken alle schapen dezelfde richting op en bij de incongruente conditie kijken de schapen in tegenovergestelde richting van het middelste schaap. Het is zaak de (dominante) reactie richting de andere schapen te onderdrukken. De inhibitiescore bestaat uit het aantal goed beantwoorde opgaven van de incongruente conditie (maximaal 30).

Om inzicht te krijgen in het visueel ruimtelijk schetsblok van kinderen, wordt gebruik gemaakt van de visueel ruimtelijke updating taak ‘Odd One Out’. Bij deze taak krijgt het kind steeds series met drie plaatjes (geometrische vormen) te zien. Allereerst moet het kind aanwijzen welk plaatje er afwijkend uitziet ten opzichte van de andere twee. Na afloop van de serie is het de bedoeling dat het kind in de lege vakjes de volgorde waarin de afwijkende plaatjes stonden aanwijst. De taak wordt gestart met één rij plaatjes en loopt op tot maximaal zeven rijen plaatjes. Wanneer het kind drie goede antwoorden op rij geeft, wordt er één rij plaatjes toegevoegd. Als het kind twee fouten van dezelfde lengte rijen maakt, wordt de taak automatisch afgebroken. De maximale score die een kind kan behalen is 112 (Alloway, Gathercole, Kirkwood, & Elliott, 2008).

Analyses

Allereerst wordt een correlatieanalyse uitgevoerd om de relatie tussen SCE, automatic mapping, getalkennis, inhibitie en het visueel ruimtelijk schetsblok in kaart te brengen. De correlatiecoëfficiënt geeft uiteindelijk een indruk van de mate waarin de variabelen met elkaar samenhangen (Field, 2005).

Daaropvolgend wordt een regressieanalyse verricht om inzicht te verkrijgen in de invloed van inhibitie, getalkennis en het visueel ruimtelijk schetsblok op SCE en automatic mapping bij kinderen. Er wordt dus onderzocht welke onafhankelijke variabele (inhibitie, getalkennis of het visueel ruimtelijk schetsblok) de beste voorspeller is voor de rekenontwikkeling bij kinderen.

RESULTATEN

Doel van het onderzoek is inzicht te verschaffen in de samenhang tussen domein specifieke- en domein algemene vaardigheden. Allereerst worden de resultaten van de verrichte correlatieanalyse tussen de variabelen SCE, automatic mapping, getalkennis, inhibitie en het visueel ruimtelijk schetsblok beschreven (zie tabel 1 voor de beschrijvende statistieken). Door de relatief hoge standaarddeviaties (met uitzondering van automatic mapping), dient voorzichtigheid geboden te worden met de interpretatie van de gemiddelde score op deze taken (Field, 2005).

Tabel 1

Beschrijvende statistieken SCE, automatic mapping, getalkennis, inhibitie en visueel ruimtelijk schetsblok

	N	Minimum	Maximum	M	SD
SCE	51	5.00	20.00	16.90	3.25
Automatic mapping	50	-3.95	2.26	.18	1.00
Getalkennis	243	.00	12.00	3.58	2.78
Inhibitie	246	3.00	20.00	17.38	3.25
Visueel ruimtelijk schetsblok	255	3.00	14.00	8.02	2.74

De eerste onderzoeksvraag die gesteld wordt, is of er sprake is van een samenhang tussen automatic mapping en SCE. De mate van automatic mapping bij kinderen wordt gemeten aan de hand van het aantal goed beantwoorde items van de vergelijkingstaak en de verbale getallenlijn-taak. Omdat de scores op beide automatic mapping taken met elkaar samenhangen ($r=.43$, $p<.01$), kunnen deze samengevoegd worden tot één variabele. De scores op deze taken zijn omgezet in z-scores, en vervolgens samengevoegd tot de variabele automatic mapping. Alvorens de correlatieanalyse is uitgevoerd, is gecontroleerd op de verdeling van de variabelen automatic mapping en SCE. Hierbij komt naar voren dat beide

variabelen niet normaalverdeeld zijn; er is sprake van een positief scheve verdeling. Om die reden is de Spearman rangcorrelatie analyse uitgevoerd, zodat inzicht verkregen wordt in het verband tussen automatic mapping en SCE. Er is sprake van een significant negatief verband tussen automatic mapping en SCE ($\rho=-.46, p<.01$, zie tabel 2).

Vervolgens is onderzocht of er sprake is van een samenhang tussen getalkennis en automatic mapping. Verwacht wordt dat de mate van getalkennis meespeelt in de rekenontwikkeling van kinderen (Ebersbach et al., 2008). Om inzicht te verkrijgen in het verband tussen getalkennis en automatic mapping is eveneens een Spearman rangcorrelatie analyse verricht, aangezien beide variabelen niet normaalverdeeld zijn. Er is een significant verband zichtbaar tussen getalkennis en automatic mapping ($\rho=.41, p=.003$, zie tabel 2).

Er blijkt een significante negatieve samenhang te zijn tussen inhibitie en SCE ($\rho=-.30, p=.035$, zie tabel 2) en een significante positieve samenhang tussen inhibitie en automatic mapping ($\rho=.36, p=.002$). Deze resultaten komen naar voren uit de Spearman rangcorrelatie analyse. Tot slot is onderzocht of er een relatie bestaat tussen automatic mapping en het visueel ruimtelijk schetsblok. Er is sprake van een significant negatief verband ($\rho=-.46, p=.001$, zie tabel 2).

Tabel 2

Spearman rangcorrelatie SCE, Automatic Mapping, getalkennis, inhibitie en visueel ruimtelijk schetsblok

	SCE	Automatic mapping	Getalkennis	Inhibitie	Visueel ruimtelijk schetsblok
SCE	1	-.45*	-.20	-.30*	-.46*
Automatic mapping	-.45*	1	.41*	.36*	.18
Getalkennis	-.20	-.41*	1	.22*	.30*
Inhibitie	-.30*	.36*	.22*	1	.25*
Visueel ruimtelijk schetsblok	-.46*	.18	.30*	.25*	1

* De correlatie is significant wanneer $p<.05$

Om inzicht te verkrijgen in de voorspellende waarden van getalkennis, inhibitie en het visueel ruimtelijk schetsblok op het SCE is een regressieanalyse uitgevoerd. De resultaten berusten niet op toeval ($F=3.10, p=.04$), waardoor geldige uitspraken gedaan kunnen worden

over de voorspellende waarden van de onafhankelijke variabelen. Uit de regressieanalyse komt naar voren dat het visueel ruimtelijk schetsblok een significante voorspeller is van SCE. Getalkennis en inhibitie zijn daarentegen geen significante voorspellers van SCE (zie tabel 3). De verklaarde variantie (R^2) van dit model is .17. Dit betekent dat de onafhankelijke variabele visueel ruimtelijk schetsblok 17% van het SCE verklaard.

Tot slot is een regressieanalyse uitgevoerd waarbij de onafhankelijke variabelen getalkennis en inhibitie zijn opgenomen en de afhankelijke variabele automatic mapping. Omdat het visueel-ruimtelijk schetsblok niet significant samenhangt met automatic mapping, kunnen geen uitspraken worden gedaan over de voorspellende waarde hiervan op automatic mapping. Deze variabele wordt dan ook niet meegenomen in de regressieanalyse. Ook bij deze regressieanalyse kunnen geldige uitspraken worden gedaan over de voorspellende waarden van inhibitie en getalkennis op automatic mapping: $F=4.04$, $p=.012$ (Field, 2005). Er komt naar voren dat getalkennis een significante voorspeller is van automatic mapping bij kinderen, in tegenstelling tot inhibitie (zie tabel 3). De verklaarde variantie (R^2) van dit model is .21. Dit betekent dat de onafhankelijke variabele getalkennis 21% van automatic mapping bij kleuters verklaart.

Tabel 3

Regressieanalyse getalkennis, inhibitie, visueel ruimtelijke schetsblok en SCE en automatic mapping

	SCE*			Automatic mapping**		
	B	Bèta	Sign.	B	Bèta	Sign.
Getalkennis	-.069	-.070	.604	.13	.259	.012
Inhibitie	-.245	-.159	.269	.12	.200	.13
Visueel ruimtelijk schetsblok	-.401	-.310	.035	-	-	-

* Afhankelijke variabele: SCE

** Afhankelijke variabele: Automatic mapping

CONCLUSIE

In dit onderzoek staat de samenhang tussen domein algemene en domein specifieke vaardigheden en (automatic) mapping bij kleuters centraal. De resultaten van het onderzoek

komen redelijk overeen met de beschreven literatuur. De eerste vraagstelling, namelijk *“Is er sprake van een negatieve samenhang tussen automatic mapping en SCE?”*, kan bevestigend beantwoord worden: er is sprake van een (sterke) negatieve samenhang tussen automatic mapping en SCE. Wanneer het SCE klein(er) is, scoren kinderen hoger op de automatic mapping taken. Er kan eveneens aangesloten worden bij de verwachting dat getalkennis positief samenhangt met automatic mapping. Getalkennis speelt een belangrijke rol bij automatic mapping van kinderen, het is een significante voorspeller (21% van automatic mapping wordt verklaard door kennis van getallen). De derde vraagstelling van het onderzoek luidt: *“Is er sprake van een relatie tussen inhibitie en SCE/automatic mapping?”*. Naarmate de inhibitievaardigheden van kinderen (beter) zijn ontwikkeld, verandert het SCE. Uit de onderzoeksresultaten komt naar voren dat er sprake is van een middelmatig negatief verband tussen inhibitie en SCE, waardoor aangesloten kan worden bij de geformuleerde hypothese. Daarbij komt ook naar voren dat (betere) inhibitievaardigheden positief samenhangen met automatic mapping. Inhibitie is echter geen significante voorspeller van het SCE en automatic mapping. De vierde vraagstelling is gericht op het visueel ruimtelijk schetsblok (of: updating), automatic mapping en SCE. Er is sprake van een (zwak) niet significant verband tussen het visueel ruimtelijk schetsblok en automatic mapping. Opvallend is dat het visueel ruimtelijk schetsblok wél sterk negatief samenhangt met het SCE. Dit betekent dat naarmate kinderen beter in staat zijn om visueel ruimtelijke informatie (tijdelijk) te onthouden en op te slaan, het SCE verandert. Het visueel ruimtelijk schetsblok is een goede voorspeller voor het SCE bij kinderen: 17% van het SCE kan verklaard worden door het visueel ruimtelijk schetsblok (updatingprocessen) bij kinderen.

DISCUSSIE

Mogelijk wordt het verband tussen automatic mapping en SCE sterker naarmate kinderen ouder worden. Kleuters hebben veelal de neiging om kleine getallen te overschatten, waardoor een logaritmische getallenlijn ontstaat (Laski & Siegler, 2007). Wanneer er sprake is van een lineaire getallenlijn, betekent dit dat kinderen getallen en hoeveelheden begrijpen (de analoge code) en deze correct kunnen plaatsen op de (mentale) getallenlijn. Er is dan sprake automatic mapping (Laski & Siegler, 2007). Verwacht wordt daarom dat wanneer kinderen ouder zijn en getallen en hoeveelheden (beter) begrijpen, dit sterker correleert met het SCE, aangezien de analoge code een belangrijke rol speelt bij het SCE (Gebuis et al, 2008).

De leeftijd van kinderen speelt mogelijk eveneens een rol bij het verband tussen getalkennis en automatic mapping. Uit verschillende onderzoeken komt sterk naar voren dat bij het goed kunnen uitvoeren van rekentaken, getalkennis van belang is (Ebersbach et al., 2008; Gebuis et al., 2009). Gebuis en collega's (2009) beschrijven dat getalkennis zich met de jaren ontwikkelt. Mogelijk wordt het verband tussen getalkennis en automatic mapping dan ook sterker naarmate kinderen ouder worden en meer educatieve ervaring opdoen. De test die is gehanteerd voor het berekenen van het verband tussen getalkennis en automatic mapping bestaat uit het benoemen van getallen variërend van 1 tot 100. Wanneer kinderen ouder zijn en meer (educatieve) ervaring hebben opgedaan met betrekking tot getalkennis, zou er mogelijk sprake kunnen zijn van een sterke(re) correlatie. Daarnaast kan de omgeving een grote invloed hebben op de ontwikkeling van getalkennis bij kinderen: Smith en Gasser (2005) beschrijven dat hoe meer uitdaging het kind krijgt vanuit de omgeving, hoe beter zij in staat zijn om hoeveelheden/getallen te herkennen en te onderscheiden. Hieruit kan opgemaakt worden dat er meerdere factoren een rol kunnen spelen bij de rekenontwikkeling (automatic mapping) van kinderen. De participanten van dit onderzoek zullen dezelfde tests nogmaals uitvoeren wanneer zij in groep 3 van het basisonderwijs zitten. Dit biedt de mogelijkheid om het verband tussen getalkennis en automatic mapping in de toekomst nader te onderzoeken. De resultaten van huidig onderzoek met betrekking tot een verband tussen getalkennis en automatic mapping (en SCE), sluiten aan bij de bevindingen van Landerl en Kölle (2009); ook zij beschrijven dat getalkennis en automatic mapping met elkaar in verband staan.

Daarnaast wordt in de literatuur beschreven dat het inhibitievermogen een rol kan spelen bij het SCE van kinderen: zowel bij inhibitie (Bull et al., 2008; Miyake et al., 2000) als bij het SCE (Van Opstal et al., 2008) speelt het onderdrukken van een prikkel een rol. De bevindingen van huidig onderzoek sluiten hierbij aan. Inhibitie blijkt echter geen significante voorspeller te zijn voor SCE en automatic mapping bij kinderen. Een kritische noot bij de resultaten met betrekking tot inhibitie is dat er in verschillende onderzoeken wordt beschreven dat het lastig is om inhibitie op een betrouwbare en valide manier te meten (Bull et al., 2008; Van der Sluis, De Jong, & Van der Leij, 2007). Mogelijk hangt inhibitie (te) sterk samen met andere factoren, waardoor het lastig is deze executieve functie op een betrouwbare wijze te meten (Van der Sluis et al., 2007). Verder onderzoek naar de executieve functie 'inhibitie' en het meten hiervan wordt dan ook aanbevolen, zodat in de toekomst geldige en betrouwbare uitspraken gedaan kunnen worden. Passolunghi en collega's (2007) beschrijven dat de executieve functies de rekenontwikkeling van kinderen beïnvloeden. Het is dan ook mogelijk dat de functies 'shifting' en 'updating' het SCE beïnvloeden. Bij shifting gaat het om het

kunnen wisselen tussen verschillende strategieën (Bull et al., 2008; Miyake et al., 2000), wat van belang kan zijn bij de vergelijkingstaak die het SCE meet bij kinderen. De kinderen moeten verschillende strategieën toepassen om de vergelijkingstaak correct uit te kunnen voeren, zoals zich oriënteren op de getallen, bedenken welk getal het hoogst is en het goede antwoord aanwijzen. In huidig onderzoek is een updating taak gebruikt om het visueel ruimtelijk schetsblok te meten bij kinderen. Deze taak blijkt negatief samen te hangen met SCE. Dit kan verklaard worden doordat kinderen updatingprocessen dienen toe te passen: kinderen moeten de opdracht opslaan in het werkgeheugen en goed (blijven) onthouden wat de opdracht ook alweer is (dus: het vakje aanwijzen met het hoogste getal, in plaats van de fysiek grootste). Daarbij dienen kinderen ook constant de (mentale) getallenlijn te bewerken, op te slaan en terug te halen uit het geheugen. Uit onderzoek blijkt dat updating een goede voorspeller is voor rekenvaardigheden bij kinderen: wanneer kinderen beter op taken scoren die updating meten, zullen zij later minder/geen problemen ondervinden tijdens hun rekenontwikkeling (Passolunghi et al., 2007). De visuele updating taak blijkt echter niet significant te correleren met automatic mapping, in tegenstelling tot de verwachting. Deze uitkomst sluit aan bij het onderzoek van Bull, Johnston en Roy (1999). In het onderzoek van Bull en collega's (1999) werd tevens verwacht dat de visuele updating taak samenhangt met rekenvaardigheden. Bull en collega's (1999) verklaren het verschil tussen de bevindingen door het gebruik van verschillende meetinstrumenten. In de onderzoeken waar wel een verband naar voren komt, worden meetinstrumenten gebruikt die geen of nauwelijks beroep doen op het geheugen. In huidig onderzoek wordt wél een beroep gedaan op het (korte termijn)geheugen, evenals in het onderzoek van Bull en collega's (1999), wat de resultaten kan beïnvloeden (Bull et al., 1999). Daarnaast is het mogelijk dat het visueel ruimtelijk schetsblok/updating een grote(re) rol speelt naarmate kinderen meer te maken krijgen met complexe taken, waarbij het probleemoplossend vermogen van belang is (Heathcote, zoals geciteerd in Bull et al., 1999). Tot slot kan het feit dat de executieve functies verschillend worden gedefinieerd (Zelazo et al., 2003) invloed hebben op de uitkomsten van verscheidene (vervolg)onderzoeken, alsook op huidig onderzoek. Het is van belang dat er een eenduidige definitie tot stand komt, zodat er in de toekomst geldige uitspraken gedaan kunnen worden over de invloed van de verschillende functies op de (reken)ontwikkeling van kinderen.

Gathercole en collega's (2006) beschrijven het belang van kennis over de (cognitieve) processen die een rol spelen bij de rekenontwikkeling van kinderen. Kinderen die problemen ervaren met bijvoorbeeld inhibitie of het werkgeheugen kunnen moeilijkheden ervaren met het volgen van het (reken)onderwijs. Zo kunnen zij onder andere instructies van de leerkracht

niet goed volgen en hun aandacht moeilijk bij een taak houden (Gathercole et al., 2006). Maar ook sociale factoren en de motivatie van kinderen kunnen het rekenen beïnvloeden (Bull et al., 1999), waardoor deze factoren niet uit het oog verloren dienen te worden. Het is van belang dat leerkrachten op de hoogte zijn van de verschillende processen en factoren die een rol spelen bij het rekenonderwijs, zodat zij adequaat problemen kunnen signaleren en hun onderwijs optimaal kunnen aanpassen op het individuele kind. Dit benadrukt het belang van verder onderzoek naar executieve functies en SCE/automatic mapping.

Literatuur

- Alloway, T., Gathercole, S. E., Kirkwood, H., & Elliott, J. (2008). Evaluating the validity of the Automated Working Memory Assessment. *Educational Psychology, 28*, 725-734.
- Baarda, D. B., De Goede, M. P. M., & Van Dijkum, C. J. (2007). *Basisboek Statistiek met SPSS. Handleiding voor het verwerken en analyseren en rapporteren over onderzoeksgegevens*. Houten: Wolters-Noordhoff.
- Baddeley, A. (1996). The fractionation of working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 93*, 13468–13472.
- Baddeley, A. (2003). Working memory and language: an overview. *Journal of Communication Disorders 36*, 189–208.
- 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.
- Bull, R., Johnston, R. S., & Roy, J. A. (1999). Exploring the Roles of the Visual–Spatial Sketch Pad and Central Executive in Children’s Arithmetical Skills: Views From Cognition and Developmental Neuropsychology. *Developmental Neuropsychology, 15*, 421-442.
- Campbell, J. I. D., & Epp, L. J. (2005). Architectures for Arithmetic. In Campbell, J.I.D.(Red.), *Handbook of Mathematical Cognition* (pp. 347-631). New York and Hove: Psychology Press.
- Dehaene, S. (1992). Varieties of numerical abilities. *Cognition, 44*, 1-42.
- Dehaene, S., & Cohen, L. (1995). Towards an anatomical and functional model of number processing. *Mathematical Cognition, 1*, 83-120.
- Ebersbach, M., Luwel, K., Frick, A., Onghena, P., & Verschaffel, L. (2008). The relationship

- between the shape of the mental number line and familiarity with numbers in 5- to 9-year old children: Evidence for a segmented linear model. *Journal of Experimental Child Psychology*, 99, 1–17.
- Field, A. (2005). *Discovering Statistics Using SPSS*. London: Sage Publications
- Fitoussi, D., & Algom, D. (2006). Size congruity effects with two-digit numbers: Expanding the number line? *Memory & Cognition*, 34, 445-457.
- Gathercole S. E., Alloway T. P., Willis C, Adams, A. M. (2006). Working memory in children with reading disabilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, 93, 265–281.
- Gebuis, T., Herfs, I. K., Kenemans, L. J., De Haan, E. H. F., & Van Der Smagt, M. J. (2009). The development of automated access to symbolic and non-symbolic number knowledge in children: an ERP study. *European Journal of Neuroscience*, 30, 1999-2008.
- Gebuis, T., Kadosh, R. C., De Haan, E., & Henik, A. (2008). Automatic quantity processing in 5-year olds and adults. *Cognitive Processing*, 10, 133-142.
- Holmes, J., & Adams, J. W. (2006). Working memory and children's mathematical skills: Implications for mathematical development and mathematics curricula. *Educational Psychology*, 26, 339-366.
- Landerl, K., & Kölle, C. (2009). Typical and atypical development of basic numerical skills in elementary school. *Journal of Experimental Child Psychology* 103, 546–565.
- Laski, E. 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.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100.
- Passolunghi, M. C., Vercelloni, B., & Schadee, H. (2007). The Precursors of Mathematics Learning: Working memory, Phonological ability and Numerical competence. *Cognitive Development*, 22, 165-184.
- Ruijsenaars, A. J. J. M., Van Luit, J. E. H., & Van Lieshout, E. C. D. M. (2004). *Rekenproblemen en dyscalculie*. Theorie, onderzoek, diagnostiek en behandeling. Rotterdam, Nederland: Lemniscaat.
- Smith, L., & Gasser, M. (2005). The Development of Embodied Cognition: Six Lessons from

- Babies. *Artificial*, 11, 13-18.
- Stins, J. F., Van Baal, G. C. M., Polderman, T. J. C., Verhulst, F. C., & Boomsma, D. I. (2004). Heritability of Stroop and flanker performance in 12-year old children. *BMC Neuroscience*, 4, 49.
- Van der Sluis, S., De Jong, P. F., & Van der Leij, A. (2007). Executive functioning in children, and its relations with reasoning, reading and arithmetic. *Intelligence*, 35, 427-449.
- Van der Ven, S. H. G., & Kroesbergen, E. H. (2007). *Executive functions and learning mathematics*. Utrecht, The Netherlands: Utrecht University.
- Van Opstal, F., Moors, A., Fias, W., & Verguts, T. (2008). Offline and online automatic number comparison. *Psychological Research*, 72, 347–35.
- Zelazo, P. D., Muller, U., & Frye, D. (2003). The Development of Executive Function: Complexity and Control—Revised. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 68, 1-27.