

De relatie tussen verschillende typen patroonherkenning en rekenvaardigheid bij
basisschoolkinderen

Thesis

Master's Thesis

Utrecht University

Master's programme in Clinical Child, Family and Education Studies

W. L. Huitema, 6010245

Docent: Ilona Friso-van den Bos

Tweede beoordelaar: Bodine Romijn

Datum: 15-06-'18

Abstract

Patterning is thought to have a profound effect on mathematical skill. The current study aimed to assess the relation between different types of patterning (i.e. geometrical, ordinal and numeric) and mathematical skill in children ages six to ten. It was hypothesized that all types of patterning have a positive relation with mathematical skill and numerical patterning is the best predictor. 98 children from a convenience sample of Dutch and international schools were assessed on patterning and mathematical skills. The patterning skills were tested group-wise using three paper-and-pencil tests. Mathematical skills were assessed by using the ability scores of the Cito Rekenen-Wiskunde and Progress Test in Maths. Relations between the variables were assessed using Spearman's rho analysis. The explained variance of each type of patterning was assessed using multiple regression analysis and *Dominance Approach* was used to determine the type of dominance and which variable dominantly predicted mathematical skill. The analysis showed a weak significant positive relation between numerical patterning and mathematical skills, a very weak non-significant positive relation between ordinal patterning and mathematical skills and a non-significant null-relation between geometrical patterning and mathematical skills. Numerical patterning was the best predictor and showed complete dominance, where ordinal and geometrical patterning were no significant predictors. These results do not align with existing theory, which could be a consequence of the sampling, use of tests or moderating factors. More research on how patterning predicts mathematical skill is necessary so interventions can be developed to improve the mathematic skills of children at school.

Keywords: patterning, mathematical skill, children, geometrical, ordinal, numeric

Binnen onderzoek naar rekenvaardigheid is toenemende aandacht voor patroonherkenning. Hieronder wordt het herkennen, uitbreiden, creëren en kopiëren van patronen verstaan (Fyfe, Evans, Matz, Hunt, & Alibali, 2017; Mulligan & Mitchelmore, 2009). Het blijkt namelijk dat patroonherkenning verband houdt met de ontwikkeling van rekenvaardigheid en rekenkundige prestaties, wat in meerdere onderzoeken is aangetoond (Fyfe, McNeil, & Rittle- Johnson, 2015; Kidd et al., 2013; Papic, Mulligan, & Mitchelmore, 2011). Aan de basis van het leren van rekenkundige vaardigheden ligt namelijk, naast het oefenen met vergelijken, tellen, classificeren, meten en inschatten, ook patroonherkenning (Mulligan & Mitchelmore, 2009; Waters, 2004).

Onderzoek naar patroonherkenning richt zich tot op heden voornamelijk op één bepaald type patroon, namelijk geometrisch (Fyfe et al., 2017). Het huidige onderzoek richt zich op verschillende taken waarbij patroonherkenning wordt gemeten, namelijk met geometrische, ordinale en numerieke patronen. Het onderscheid in de verschillende typen patroonherkenning is relevant te onderzoeken, omdat het blijkt dat interventies die zich richten op het verbeteren van patroonherkenning zorgen voor een betere reken- en leesprestatie en kennis hierover kan bijdragen aan interventies die kinderen kunnen ondersteunen bij het verder ontwikkelen van rekenvaardigheid en verdere schoolvaardigheden (Fyfe et al., 2017; Kidd et al., 2014).

Een patroon bestaat uit een zich herhalende regelmatigheid (Papic et al., 2011). Er zijn verschillende typen patronen. Wanneer als onderdelen van het patroon ruimtelijke figuren worden gebruikt, zoals vierkanten en driehoeken, wordt er gesproken van een geometrisch patroon. Hierbij kan een patroon ontstaan door afwisseling van verschillende kenmerken, zoals vorm, grootte, het aantal of onderlinge afstand. Naast geometrische vormen, kan een patroon ook worden gevormd volgens een vaste en zinvolle ordening (Clarke, Cheeseman, & Clarke, 2006). Hierbij kan gebruik gemaakt worden van verschillende ordeningen, zoals een alfabetische. Verder kunnen patronen ook bestaan uit cijfers. Het patroon kan bestaan uit een bepaalde toename of afname binnen de cijferreeks. Tevens kan het gaan om een bepaalde vermenigvuldiging of deling van cijfers. Wanneer het patroon bestaat uit cijfers, is er sprake van een numeriek patroon

Uit onderzoek naar de ontwikkeling van rekenvaardigheid blijkt dat jonge kinderen, in de leeftijd voorafgaande aan de basisschool, in vrij spel rekenkundige vaardigheden laten zien (Clements & Sarama, 2007; Ginsburg, 2002; Lin & Ness, 2000; Sarama & Clements, 2009). Jonge kinderen zijn hierbij het meest bezig met patronen en structuren en blijken voorafgaande aan de basisschoolperiode al ingewikkelde patronen en structuren te kunnen

herkennen (Papic et al., 2011). Dit wordt in verschillende onderzoeken omschreven als het intuïtieve bewustzijn van patronen en structurele relaties en blijkt een basis voor het leren van fundamentele rekenkundige vaardigheden (Carragher, Schliemann, Brizuela, & Earnest, 2006; Mason, Stephens, & Watson, 2009). Mulligan en Mitchelmore (2009) bevestigen dit in hun onderzoek en noemen bewustzijn van patronen en structuren als structureel kenmerk van de vroege ontwikkeling van rekenvaardigheden.

Het blijkt dat kinderen, onafhankelijk van hun achtergrond, dit intuïtieve bewustzijn laten zien voorafgaande aan de basisschoolperiode (Clements & Sarama, 2011).

Voorafgaande aan de basisschoolperiode is hierbij voornamelijk sprake van concrete patronen, ofwel geometrisch dan ordinaal (Papic et al., 2011). Dit wordt bevestigd door onderzoek van Clarke en collega's (2006) dat aantoont dat op jonge leeftijd sprake is van meer kennis van ordinale patroonherkenning dan van numerieke patroonherkenning.

Daar voorafgaande aan de basisschoolperiode dit intuïtieve bewustzijn bij alle kinderen aanwezig lijkt, verschilt de rekenvaardigheid tussen kinderen naarmate de basisschooltijd vordert (Clements & Sarama, 2011). In de latere basisschoolperiode wordt meer beroep gedaan op numerieke patroonherkenning en is het hiervoor nodig dat kinderen het aanwezige intuïtieve bewustzijn kunnen uitbreiden en toepassen op andere situaties. Niet alle jonge kinderen die patronen herkennen op jonge leeftijd kunnen dit intuïtieve bewustzijn gebruiken om relaties te leggen en dit verder te ontwikkelen om in te zetten bij bijvoorbeeld algebra (McGarvey, 2012). Dit blijkt bijvoorbeeld uit onderzoek van Butterworth, Varma en Laurillard, waarbij kinderen vanuit een minder stimulerende achtergrond meer moeite met patroonherkenning hebben wanneer er geen sprake is van fysieke objecten of wanneer ze dit alleen verbaal moeten toelichten. Zij lijken dus moeite te hebben met het uitbreiden en toepassen van het eerder aanwezige intuïtieve bewustzijn van patroonherkenning op andere situaties. Hierbij bestaat er nog veel onduidelijk over hoe dit intuïtieve bewustzijn zich ontwikkelt tot representaties in bijvoorbeeld algebra, en welke rol dit speelt in het ontwikkelen van verdere rekenkundige vaardigheid.

Uit onderzoek blijkt wel dat ondersteuning op het gebied van patroonherkenning in de vorm van interventies verband houdt met verbeterde rekenvaardigheid (Clements & Sarama, 2008). Clarke en collega's (2006) hebben onderzoek gedaan naar het verschil in effect van ondersteuning gericht op ordinale en numerieke patroonherkenning op rekenvaardigheid. Hieruit komt naar voren dat ondersteuning gericht op het verbeteren van numerieke patroonherkenning verband houdt met grotere verbetering van rekenvaardigheid in vergelijking met ondersteuning gericht op ordinale patroonherkenning. Wat betreft het

onderdeel logisch redeneren binnen rekenvaardigheid, bleek geen verschil te bestaan tussen de soorten ondersteuning, daar het effect van beide soorten ondersteuning op logisch redeneren gelijk was. Hieruit blijkt dus dat training op het gebied van patroonherkenning verband houdt met verbetering in rekenvaardigheid, waardoor meer kennis over de verschillende typen patroonherkenning kan bijdragen aan het verder ontwikkelen van interventies op dit gebied.

Uit bovenstaande informatie blijkt dat patroonherkenning verband houdt met rekenvaardigheden en dat hierbij het type patroonherkenning, te weten geometrisch, ordinaal en numeriek, een rol speelt in deze ontwikkeling. Het is daarom van belang om onderzoek te doen naar verschillende typen patroonherkenning en rekenvaardigheid, daar nog onduidelijkheden bestaan over deze verbanden en meer kennis hierover kan bijdragen aan het ontwikkelen van interventies om rekenvaardigheid te verbeteren. De doelstelling van dit onderzoek is daarom om erachter te komen welk type patroonherkenning de grootste voorspeller is voor rekenvaardigheid. Dit leidt tot de volgende onderzoeksvraag: Welk type patroonherkenning (geometrisch, ordinaal, numeriek) is de grootste voorspeller voor rekenvaardigheid op basis van een hiërarchische ordening? Om deze vraag te beantwoorden, worden verschillende subvragen gesteld: Is er een verband tussen geometrische patroonherkenning en rekenvaardigheid? Is er een verband tussen ordinale patroonherkenning en rekenvaardigheid? Is er een verband tussen numerieke patroonherkenning en rekenvaardigheid?

Op basis van onderzoek naar patroonherkenning in het algemeen en het verband dat daarin is gevonden met rekenvaardigheid, wordt verwacht dat de drie verschillende typen patroonherkenning verband houden met rekenvaardigheid. Uit onderzoek blijkt dat numerieke vaardigheden in het algemeen sterk van invloed zijn op de rekenvaardigheid (LeFevre et al., 2010). Om deze reden wordt verwacht dat numerieke patroonherkenning het sterkste verband houdt en de grootste voorspeller is voor rekenvaardigheid.

Methode

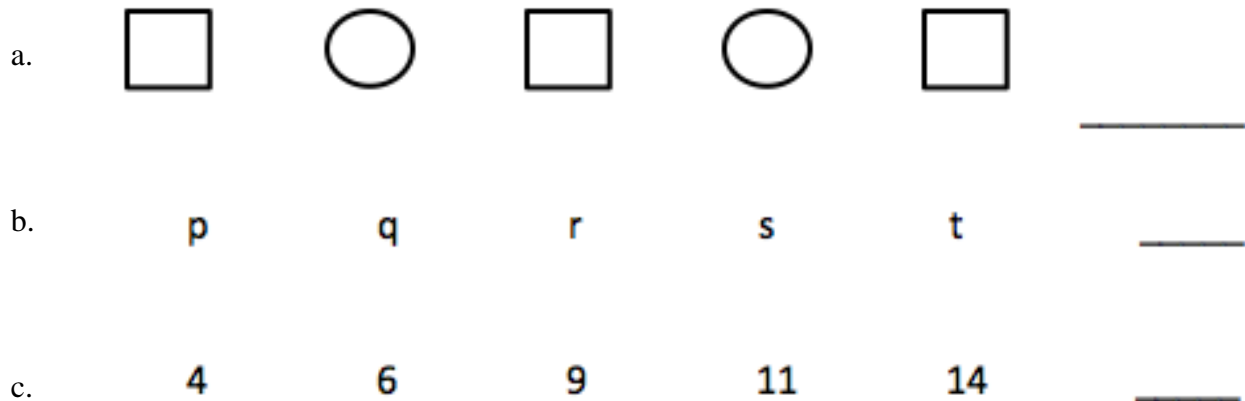
Participanten

Er is data verzameld van 98 kinderen uit groep drie tot en met zes van vier reguliere basisscholen, waaronder één internationale school. Hiervan zaten 23 kinderen in groep drie, 21 in groep vier, 37 in groep vijf en 17 in groep zes. De gemiddelde leeftijd was 8 jaar en 10 maanden ($SD = 1.12$ jaar). Van de 98 kinderen waren 49 meisjes (50%). De basisscholen die zijn benaderd hebben vrijwillig toegezegd mee te doen en ouders hebben toestemming

gegeven voor deelname van hun kinderen aan het onderzoek. Er was sprake van een gemaksteekproef, wat invloed heeft gehad op de selectie.

Meetinstrumenten

Patroonherkenning. Patroonherkenning is gemeten door verschillende taken waarbij de participant een patroon moesten afmaken. Om het patroon af te maken, moest de participant het patroon herkennen en uitbreiden, wat overeenkomt met wat vanuit de literatuur onder patroonherkenning verstaan wordt (Mulligan & Mitchelmore, 2009). Hierbij is gebruik gemaakt van verschillende typen patronen. Om geometrische patroonherkenning te meten, zijn patronen met verschillende vormen en groottes gebruikt. De ordinale patronen bestonden uit letters, waarbij de vaste ordening van het alfabet werd gebruikt. De numerieke patronen bestonden uit verschillende cijfers met een bepaalde toename, afname, vermenigvuldiging of deling binnen de cijferreeks. Deze weergave van patronen binnen geometrisch, ordinaal en numeriek kwamen overeen met de taken die binnen eerdere onderzoeken worden gebruikt (Clarke et al., 2006; Papic et al., 2011). De taken bestonden uit 20 items, waarbij vijf elementen van het patroon stonden aangegeven en hierbij het zesde element moest worden aangevuld. Zie figuur 1 voor voorbeelden van een item van elk van de patronetaken. Wat betreft de numerieke patronentaak bleek na afname dat er een fout in één van de items zat, waardoor deze niet is meegeteld en de maximaal te behalen score op deze patronentaak 19 i.p.v. 20 was. De taken zijn klassikaal afgenomen en met pen en papier ingevuld. Er was sprake van een oefenitem voorafgaande aan iedere patronentaak, die klassikaal is toegelicht. De score op de patronentaak is bepaald door het aantal goed gecontinueerde patronen bij elkaar op te tellen. In eerdere onderzoeken naar patroonherkenning zijn verschillende meetinstrumenten gebruikt en is weinig bekend over de validiteit of betrouwbaarheid hiervan, mogelijk omdat onderzoek naar patroonherkenning als apart construct vrij recent is. Patroonherkenning is onderdeel van verschillende intelligentietesten, waaronder de WPPSI-III-NL en WISC-III-NL (Hurks., Hendriksen, Dek, & Kooij, 2012; Kort et al., 2005), welke wat betreft betrouwbaarheid en validiteit als voldoende worden gekwalificeerd.



Figuur 1. Voorbeeld van items van de patronentaken geometrisch (a), ordinaal (b) en numeriek (c).

Rekenvaardigheid. Om de rekenvaardigheid van de reguliere basisschoolleerlingen te meten, zijn de Cito vaardigheidsscores Rekenen-Wiskunde opgevraagd. De Cito meet de rekenvaardigheid van basisschoolleerlingen door zich hierbij te richten op de kerndoelen zoals gesteld door het nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling (SLO; Hollenberg & van der Lubbe, 2017). De Cito bestaat uit zowel zogenoemde ‘kale’ rekenopgaven als contextgaven op het gebied van getallen en getalrelaties, optellen en aftrekken, vermenigvuldigen en delen en meten, tijd en geld. De toetscore of ruwe score van een leerling op de Cito Rekenen-Wiskunde wordt omgezet naar een vaardigheidsscore. Dit is de gestandaardiseerde score van de leerling, zodat deze score kan worden vergeleken met eerdere resultaten van dezelfde leerling, of met de vaardigheidsscore van andere leerlingen in dezelfde groep. Hoe hoger de vaardigheidsscore op het gebied van Rekenen-Wiskunde, des te hoger de rekenvaardigheid van de leerling is. Wat betreft validiteit en betrouwbaarheid van het Leerlingvolgsysteem Cito Rekenen-Wiskunde beoordeelt de COTAN deze als goed (Egberink, Janssen, & Vermeulen, 2014). Om de rekenvaardigheid te meten bij de leerlingen van de internationale school zijn de resultaten op de Progress Test in Maths (PTM) opgevraagd. De PTM is een gestandaardiseerd meetinstrument dat de rekenkundige vaardigheden en kennis meet (GL Assessment, n.d.). De PTM is vergelijkbaar met de Cito in Nederland en wordt afgenomen aan het begin en het einde van ieder leerjaar. De inhoud van de vragen richt zich onder andere op getalbegrip, meten, geometrie/vormen en statistiek. De standaardisering zorgt ervoor dat de score kan worden vergeleken met eerdere resultaten van dezelfde leerling, of met de score van andere leerlingen in dezelfde groep. Hoe hoger de PTM score, des te hoger de rekenvaardigheid van de leerling. Wat betreft de betrouwbaarheid en

validiteit wordt deze als goed aangemerkt door de uitgever, waarbij moet worden vermeld dat hierbij wordt uitgegaan van een Britse doelgroep. De mogelijke scores op de PTM verschilt van die van de Cito. Hierbij zijn de scores van de PTM aangepast, zodat deze konden worden vergeleken met de Cito scores.

Procedure

Het huidige onderzoek maakte deel uit van een breder onderzoek, waarbij meerdere taken zijn afgenomen binnen een testbatterij. De patronentaken zijn opeenvolgend klassikaal afgenomen door verschillende testleiders. De taak afname is gestandaardiseerd door gebruik te maken van een protocol, wat bijdraagt aan een betere betrouwbaarheid van het onderzoek. Bij iedere patronentaak was er sprake van een oefenitem voorafgaande aan de daadwerkelijke testitems. Dit draagt bij aan de validiteit, omdat op deze wijze beter kan worden uitgesloten dat een kind een fout maakt, omdat deze de taak niet goed begrepen heeft. Er is rekening gehouden met de kwetsbaarheid van deze doelgroep door de testen in verschillende sessies af te nemen, af te breken wanneer de belastbaarheid te groot bleek en uitsluitend positieve feedback te geven, los van de oefenitems.

Analyse

De verschillende typen patroonherkenning, gemeten door de drie verschillende patronentaken, zijn de onafhankelijke variabelen en de rekenvaardigheid, gemeten door de Cito vaardigheidsscore of PTM score, is de afhankelijke variabele. De score op de patronentaak is bepaald door het aantal goede items, waarbij een hoge score overeenkomt met goede patroonherkenningsvaardigheid. De Cito vaardigheidsscore geeft aan hoe hoog een leerling scoort binnen het leergebied Rekenen-Wiskunde, waarbij een hoge score staat voor een hoge rekenvaardigheid. De PTM scores van de internationale studenten zijn omgezet in scores vergelijkbaar met de Cito scores, door de scores te centreren rondom 0 i.p.v. 100 en te delen door 15 om de standaarddeviatie van 15 naar 1 te brengen. De variabelen zijn gemeten op interval meetniveau, omdat er geen sprake is van een absoluut nulpunt (Field, 2013).

Om de onderzoeksvraag te beantwoorden, is eerst bepaald of er een verband bestaat tussen de scores op de patroonherkenning taken en rekenvaardigheid met een correlatieanalyse, waarbij de data eerst is onderzocht op de verschillende assumpties (Allen, Bennett, & Heritage, 2014; Tabachnick & Fidell, 2013). Hierbij is de assumptie normaliteit geschonden voor de variabelen patroonherkenning, daar de Shapiro-Wilk test significant bleek ($p < .01$; Allen et al., 2014). Uit de histogram van geometrische patroonherkenning bleek de verdeling linksscheef. Bij de ordinale en numerieke patroonherkenning was er sprake van meerdere pieken, met een lichte, links-scheve verdeling. Na verschillende transformaties

bleek de data nog steeds niet normaal verdeeld. Wat betreft de voorwaarden die worden gesteld aan het uitvoeren van een correlatie, bleek uit het spreidingsdiagram dat de verschillende typen patroonherkenning en rekenvaardigheid niet lineair met elkaar samenhangen. Hierom is gekozen voor een Spearman's rho correlatieanalyse (Allen et al., 2014). Bij deze analyse is tevens een Bootstrap uitgevoerd volgens de 'bias corrected and accelerated confidence interval' (BCa) methode, omdat hierdoor de voorwaarde van normaal verdeelde variabelen minder van belang is (Field, 2013). Er is eenzijdig getoetst, omdat vanuit de hypothese een verband in een bepaalde richting is geformuleerd.

Vervolgens is door middel van een meervoudige regressieanalyse onderzocht welk type patroonherkenning de grootste voorspeller is voor rekenvaardigheid. Er was geen sprake van normaal verdeelde variabelen wat betreft de typen patroonherkenning. Daarom is gebruik gemaakt van een Bootstrap via de BCa methode. Verschillende onderzoekers geven aan dat de meervoudige regressieanalyse geen realistisch beeld van de werkelijkheid geeft, daar variabelen elkaar onderling beïnvloeden, wat kan leiden tot misinterpretatie van resultaten (Azen & Budescu, 2003; Budescu, 1993). Volgens hen is de *Dominance Approach* meer passend om te bepalen welke predictor de meeste invloed heeft op de afhankelijke variabele. Om deze reden is binnen het huidige onderzoek tevens de *Dominance Approach* gebruikt, zoals beschreven door Azen en Budescu (2003), om te bepalen of er sprake is van dominantie door de relatieve voorspellende waarde te berekenen op basis van de verklaarde variantie uit de eerdere analyses en vervolgens te bepalen van welke vorm van dominantie sprake is. Hierbij is onderscheid te maken tussen volledige, voorwaardelijke en generieke dominantie (Azen & Budescu, 2003). Volledige dominantie houdt in dat een predictor binnen ieder model de grootste toegevoegde waarde heeft in vergelijking met een andere variabele. Er is sprake van voorwaardelijke dominantie wanneer de toegevoegde waarde van een predictor gemiddeld gezien binnen verschillende stappen in de modellen (dat is: bij toevoeging aan een model van ieder aantal al toegevoegde predictoren) het grootste is. Er is sprake van generieke dominantie, wanneer een predictor gemiddeld gezien de grootste toegevoegde waarde heeft ten opzichte van een andere variabele over alle modellen heen.

Resultaten

De beschrijvende statistieken van de variabelen zijn te vinden in Tabel 1. De Spearman's correlatie tussen numerieke patroonherkenning en rekenvaardigheid was $r_s = .34$, $p < .01$, eenzijdig, $N = 98$, met een verklaarde variantie van $R^2 = .12$, wat een zwakke positieve correlatie weergeeft (Gravetter & Wallnau, 2016; Field, 2013). Het verband bleek significant, waardoor is geconcludeerd dat er een zwak verband bestaat tussen numerieke

patroonherkenning en rekenvaardigheid. De Spearman's correlatie tussen ordinale patroonherkenning en rekenvaardigheid was $r_s = .10$, $p = .15$, eenzijdig, $N = 98$, met een verklaarde variantie van $R^2 = .01$, wat een zeer zwakke positieve correlatie weergeeft. Het resultaat van de analyse bleek niet significant ($p = .15$), wat betekent dat hier geen conclusies aan verbonden konden worden. De Spearman's correlatie tussen geometrische patroonherkenning en rekenvaardigheid was $r_s = .04$, $p = .37$, eenzijdig, $N = 98$, met een verklaarde variantie van $R^2 < .001$. Dit indiceert geen correlatie tussen geometrische patroonherkenning en rekenvaardigheid (Gravetter & Wallnau, 2016). Het verband bleek niet significant ($p = .37$), wat betekent dat hier geen conclusies aan verbonden konden worden.

Wanneer werd gecontroleerd voor de verschillende leeftijdsgroepen, te weten 6 t/m 10 jaar, door middel van een partiële correlatieanalyse, bleek er geen verschil in significantie en enkel kleine verschillen in correlatiecoëfficiënt, wat niet heeft geleid tot andere beoordeling van grootte van de correlatie zoals hierboven vermeld.

Tabel 1

Beschrijvende Statistieken voor de Variabelen Patroonherkenning Numeriek, Ordinaal, Geometrisch en Gestandaardiseerde Vaardigheidsscore Rekenen

	<i>n</i>	Mini- mum	Maxi- mum	Gemid- delde	Standaard- afwijking	Skewness	Kurtosis
Patroonherkenning numeriek	98	1.00	19.00	11.14	5.54	-0.20	-1.20
Patroonherkenning ordinaal	98	1.00	20.00	12.47	4.79	-0.39	-5.14
Patroonherkenning geometrisch	98	12.00	20.00	19.16	1.77	-2.79	0.24
Rekenvaardigheid (gestandaardiseerd)	98	-2.23	2.01	0.00	0.96	0.04	-0.69

Noot. Het theoretisch minimum van patroonherkenning numeriek = 0 en het theoretisch maximum = 19. Het theoretisch minimum van patroonherkenning ordinaal en patroonherkenning geometrisch = 0 en het theoretisch maximum = 20.

Uit de meervoudige regressieanalyse bleek dat het model voorspellende waarde heeft en de drie typen patroonherkenning tezamen 13% van de variantie in rekenvaardigheid verklaren $R^2 = .13$, adjusted $R^2 = .10$, $F(3, 94) = 4.73$, $p < .01$. De ongestandaardiseerde (B) en gestandaardiseerde (β) regressiecoëfficiënt voor iedere predictor in het regressiemodel staan genoemd in Tabel 2. Vanuit de meervoudige regressieanalyse bleek numerieke patroonherkenning een significante voorspeller voor rekenvaardigheid en verklaart hierbij 11% van de variantie, waarmee deze de grootste predictor bleek voor rekenvaardigheid. Uit de meervoudige regressieanalyse kwam naar voren dat de andere typen patroonherkenning, ordinaal en geometrisch, geen significante proportie van de variantie in rekenvaardigheid verklaren.

Tabel 2

Ongestandaardiseerde (B) en Gestandaardiseerde (β) Regressiecoëfficiënt voor Iedere Predictor in het Regressiemodel om Rekenvaardigheid te Voorspellen

Variabele	B [95% BI]	β
Patronenherkennen numeriek	0.07 [0.03, 0.11]*	0.40
Patronenherkennen ordinaal	-0.02 [-0.06, 0.03]	-0.10
Patronenherkennen geometrisch	0.02 [-0.08, 0.11]	0.03

Noot. $N = 98$. BI = betrouwbaarheidsinterval. * $p < .01$.

De toegevoegde waarde van de predictoren is berekend met de *Dominance Approach* door het gemiddelde te nemen van de toegevoegde waarde van de predictor binnen iedere combinatie van predictoren in het model. Om de toegevoegde waarde te berekenen, is binnen de verschillende stappen in de modellen van iedere combinatie met de specifieke predictor de andere gekwadrateerde correlatiecoëfficiënten afgehaald, zodat alleen de toegevoegde waarde van de specifieke predictor overbleef. De uiteindelijke toegevoegde waarden van iedere predictor staan weergegeven in Tabel 3, waarbij in iedere cel een toegevoegde waarde of totale verklaarde variantie genoemd staat. Er bleek sprake te zijn van volledige dominantie, wat aangeeft dat numerieke patroonherkenning de grootste toegevoegde waarde heeft als predictor voor rekenvaardigheid.

Tabel 3

Dominantie Analyse Predictoren Patroonherkenning Numeriek, Ordinaal, Geometrisch

Deel model	R^2	Toegevoegde waarde van		
		Patroonherkenning numeriek	Patroonherkenning ordinaal	Patroonherkenning geometrisch
$k = 0$ gemiddeld		.114	.002	.001
1 (numeriek)	.114	-	.016	.010
2 (ordinaal)	.002	.128	-	.019
3 (geometrisch)	.001	.123	.020	-
$k = 1$ gemiddeld		.126	.018	.015
1,2	.130	-	-	.001
1,3	.124	-	.007	-
2,3	.021	.110	-	-
$k = 2$ gemiddeld		.110	.007	.001
1,2,3	.131	-	-	-
Totale gemiddelde contributie		.117	.009	.006

Noot. k is het aantal toegevoegde variabelen, met uitsluiting van de variabele genoemd in de bijbehorende rij.

Discussie

De huidige studie beoogde te onderzoeken welk type patroonherkenning de grootste voorspeller is voor rekenvaardigheid, omdat patroonherkenning verband blijkt te houden met rekenvaardigheid en interventies gericht hierop positieve resultaten blijken te behalen (Fyfe et al., 2017; Kidd et al., 2014). Op basis van de literatuur werd verwacht dat de verschillende typen patroonherkenning verband houden met rekenvaardigheid. De resultaten bevestigden deze hypothese wat betreft numerieke patroonherkenning, daar een zwak positief verband is gevonden met rekenvaardigheid. Wat betreft ordinale patroonherkenning is een niet significant zeer zwak positief verband gevonden en wat betreft geometrisch een niet significant nul verband. De hypothesen waarbij een verband tussen ordinaal en geometrische patroonherkenning en rekenvaardigheid verwacht werd, is dus niet aangenomen, noch verworpen, daar sprake bleek van niet significante resultaten. Dit betekent tevens dat het ontbreken van een verband niet is verworpen.

Op basis van de literatuur werd verwacht dat numerieke patroonherkenning de grootste voorspeller was voor rekenvaardigheid (LeFevre et al., 2010). Deze hypothese is bevestigd, daar numerieke patroonherkenning de grootste voorspeller bleek en ordinale en geometrische patroonherkenning geen significante voorspellers bleken. Vanuit de *Dominance Approach* werd dit bevestigd en kwam naar voren dat er sprake was van volledige dominantie, waarbij numerieke patroonherkenning de grootste toegevoegde waarde had als predictor voor rekenvaardigheid. Dat numerieke patroonherkenning als enige significant verband hield met patroonherkenning en de grootste predictor bleek, geeft meer richting aan de ondersteuning die kan worden geboden voor basisschoolleerlingen op het gebied van rekenvaardigheid. Een aanbeveling hierbij is om verder onderzoek te doen naar het effect van interventies gericht op specifiek de numerieke patroonherkenning, waarbij wordt verwacht dat dit leidt tot verbetering van rekenvaardigheid.

In vergelijking met wat vanuit de theorie verwacht werd, zijn de verbanden die in het huidige onderzoek gevonden zijn, vele malen kleiner of niet significant. Vanuit theorie werd aangegeven dat patroonherkenning sterker verband houdt met rekenvaardigheden dan aangetoond in het huidige onderzoek (Papic et al., 2011). Een verklaring voor het verschil in de sterkte van het verband kan te maken hebben met verschillende factoren, namelijk de steekproef, de meetinstrumenten en modererende factoren.

Binnen het huidige onderzoek is gebruik gemaakt van een gemakssteekproef, welke leidt tot een minder goede representatie van de populatie en minder generaliseerbare resultaten (Neuman, 2014). In de huidige studie kan dit specifiek tot gevolg hebben dat, doordat toestemming van ouders nodig was en in sommige gevallen leerkrachten de leerlingen kozen, leerlingen met meer betrokken ouders en leerlingen die de leerkracht geschikt vond voor deze taken, vaker in de steekproef voorkwamen. Vanuit onderzoek blijkt dat leerlingen vanuit een meer stimulerende achtergrond, dus waarbij mogelijk ouders meer betrokken zijn en sneller bereid zijn toestemming te geven, betere rekenvaardigheid laten zien (Clements & Sarama, 2011). Dit kan dus hebben geleid tot een positiever beeld van patroonherkenning en rekenvaardigheid van reguliere basisschoolleerlingen dan waar daadwerkelijk binnen de populatie sprake van is.

Wanneer gekeken wordt naar de steekproef met betrekking tot eerder onderzoek, is het van belang te benoemen dat het opstellen van de hypothesen gebaseerd is op eerder internationaal, voornamelijk Amerikaans, onderzoek. Het huidige onderzoek richt zich op de Nederlandse populatie, waarbij sprake is van een verschillend onderwijssysteem en de

gerichtheid hierbinnen m.b.t. patroonherkenning kan verschillen, wat gevolgen kan hebben voor de gemeten rekenvaardigheid en welke vaardigheden hieronder worden gesteld.

Het verschil dat is gevonden in de sterkte van de verbanden, kan te maken hebben met de gebruikte meetinstrumenten. Binnen het huidige onderzoek zijn verschillende taken om de verschillende typen patroonherkenning als losse constructen te meten voor het eerst gebruikt. Hierdoor is weinig tot niets bekend over de validiteit en betrouwbaarheid van deze meetinstrumenten. Gekeken naar de scores op deze meetinstrumenten komt naar voren dat deze niet normaal verdeeld zijn, waar verschillende transformaties geen veranderingen in konden brengen. Dit kwam het meest duidelijk naar voren bij de geometrische patronentaak, die sterk linksscheef bleek. Deze taak lijkt in de huidige vorm en met deze moeilijkheidsgraad nog niet volledig aan te sluiten op de doelgroep van het huidige onderzoek, daar het merendeel bijna de volledige score behaalde en er dus weinig spreiding wat nodig is om statistische analyses uit te voeren. Dit is een beperking voor dit onderzoek, waar rekening mee moet worden gehouden bij het interpreteren van de resultaten. Hierbij moet wel benoemd worden dat onderzoek naar patroonherkenning als los construct vrij recent is en in eerdere onderzoeken verschillende meetinstrumenten zijn gebruikt, waarbij weinig bekend is over de validiteit en betrouwbaarheid van deze instrumenten (Mulligan & Mitchelmore, 2009). Een aanbeveling vanuit het huidige onderzoek is dan ook dat meetinstrumenten voor patroonherkenning verder moeten worden ontwikkeld, zodat deze aansluiten op de leeftijd en op termijn de validiteit en betrouwbaarheid kan worden gewaarborgd voor verder onderzoek naar typen patroonherkenning en rekenvaardigheid.

Vanuit de literatuur komt naar voren dat andere variabelen invloed hebben op zowel patroonherkenning en rekenvaardigheid. Wat betreft patroonherkenning, komt vanuit onderzoek naar voren dat leeftijd hierbij een rol speelt, zoals eerder genoemd in het huidige onderzoek. Hierbij is aangegeven dat de typen patroonherkenning een verschillende rol spelen op verschillende leeftijden (Papic et al., 2011). Binnen het huidige onderzoek is gecontroleerd op leeftijd, wat niet tot andere resultaten heeft geleid. Dit is niet in overeenstemming met eerdere onderzoeken. Een aanbeveling hieromtrent is om meer onderzoek te doen naar de invloed van leeftijd binnen de ontwikkeling van patroonherkenning. De overgang van concrete geometrische patroonherkenning naar numerieke patroonherkenning blijkt hierbij van belang, omdat deze een verschillend verband lijken te houden met rekenvaardigheid (Clements & Sarama, 2011; Papic et al., 2011). Er wordt aanbevolen longitudinaal onderzoek uit te voeren, zodat de ontwikkeling van de verschillende typen patroonherkenning kan worden onderzocht op de verschillende leeftijden. De verwachting hierbij is dat geometrische

patroonherkenning in de jaren voorafgaande aan de basisschoolperiode een rol speelt en minder sterk verband houdt met rekenvaardigheid, omdat dit als intuïtieve bewustzijn wordt gezien (Carragher et al., 2006). Op latere leeftijd wordt verwacht dat numerieke patroonherkenning verband houdt met rekenvaardigheid, waarbij meer informatie nodig is om zich te krijgen op de specifieke ontwikkeling waarbij de nadruk van geometrische naar numerieke patroonherkenning lijkt te verschuiven.

Uit onderzoek komt tevens naar voren dat werkgeheugen een essentiële rol speelt bij rekenvaardigheid (Ashcraft & Krause, 2007). Er zijn aanwijzingen dat werkgeheugen een rol speelt m.b.t. patroonherkenning. Uit onderzoek van Gentner en Ratterman (1991) blijkt namelijk dat de vormgeving van de voorwerpen binnen een patroon, of de voorwerpen eenvoudig of gedetailleerd zijn, invloed heeft op het herkennen van patronen, waarbij patronen met meer eenvoudige voorwerpen sneller werden herkend. De voorwerpen met meer detail doen meer beroep op het werkgeheugen, omdat hierbij meer informatie moet worden opgenomen en vastgehouden (Ashcraft & Krause, 2007). Het werkgeheugen is binnen het huidige onderzoek niet meegenomen, daar dit wel relevant blijkt als modererende factor. Meer onderzoek hiernaar geeft informatie over onderliggende factoren die van belang zijn om te ontwikkeling van rekenvaardigheid en patroonherkenning te stimuleren en is dus van belang voor het ontwikkelen van interventies. Hierbij wordt verwacht dat een beter ontwikkeld werkgeheugen verband houdt met betere patroonherkenning en rekenvaardigheid, waarbij nog onbekend is of hierin verschil bestaat betreffende de verschillende typen patroonherkenning.

Hoewel verder onderzoek, bij voorkeur met een aselechte steekproef, nodig is om bevindingen vanuit het huidige onderzoek te valideren, heeft het huidige onderzoek verschillende sterke kanten. Zo is er weinig onderzoek gedaan naar de verschillende typen patroonherkenning en draagt het huidige onderzoek bij aan het kennisbestand hieromtrent. Daarnaast zorgt het huidige onderzoek voor duidelijke implicatie voor de praktijk, namelijk de bevinding dat numerieke patroonherkenning de sterkste predictor is voor rekenvaardigheid, wat toegepast kan worden in het ontwikkelen of aanpassen van interventies. Deze interventies kunnen een bijdrage leveren aan het beter ondersteunen van kinderen met problemen in het ontwikkelen van rekenvaardigheid binnen het basisonderwijs. Daarnaast zijn er vanuit het huidige onderzoek aanbevelingen geformuleerd die implicaties hebben voor verder onderzoek, namelijk m.b.t. meetinstrumenten en de modererende factoren leeftijd en werkgeheugen.

Referenties

- Allen, P., Bennett, K., & Heritage, B. (2014). *SPSS statistics version 22: A practical guide*. Melbourne: Cengage Learning Australia.
- Ashcraft, M. H., & Krause, J. A. (2007). Working memory, math performance, and math anxiety. *Psychonomic Bulletin & Review*, *14*, 243-248. doi:10.3758/BF03194059
- Azen, R., & Budescu, D. V. (2003). The dominance analysis approach for comparing predictors in multiple regression. *Psychological Methods*, *8*, 129-148. doi:10.1037/1082-989X.8.2.129
- Budescu, D. V. (1993). Dominance analysis: A new approach to the problem of relative importance of predictors in multiple regression. *Psychological Bulletin*, *114*, 542-551. doi:10.1037/1082-989X.8.2.129
- Butterworth, B., Varma, S., & Laurillard, D. (2011). Dyscalculia: From brain to education. *Science*, *332*, 1049-1053. doi:10.1126/science.1201536
- Carraher, D. W., Schliemann, A. D., Brizuela, B. M., & Earnest, D. (2006). Arithmetic and algebra in early mathematics education. *Journal for Research in Mathematics Education*, *37*, 87-115. doi:10.2307/30034843
- Clarke, B., Cheeseman, J., & Clarke, D. (2006). The mathematical knowledge and understanding young children bring to school. *Mathematics Education Research Journal*, *18*, 78-102. doi:10.1007/BF03217430
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2007). Effects of a preschool mathematics curriculum: Summative research on the Building Blocks project. *Journal for Research in Mathematics Education*, 136-163. doi:10.2307/30034954
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2008). Experimental evaluation of the effects of a research-based preschool mathematics curriculum. *American Educational Research Journal*, *45*, 443-494. doi:10.3102/0002831207312908
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2011). Early childhood mathematics intervention. *Science*, *333*, 968-970. doi:10.1126/science.1204537
- Egberink, I. J. L., Janssen, N. A. M., & Vermeulen, C. S. M. (2014). COTAN Documentatie. Amsterdam: Boom Test Uitgevers. Geraadpleegd van <https://www.cotandocumentatie-nl.proxy.library.uu.nl/beoordelingen/b/13810/rekenen-wiskunde/>
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. Thousand Oaks: Sage.
- Fyfe, E. R., Evans, J. L., Matz, L. E., Hunt, K. M., & Alibali, M. W. (2017). Relations between patterning skill and differing aspects of early mathematics knowledge. *Cognitive Development*, *44*, 1-11. doi:10.1016/j.cogdev.2017.07.003

- Fyfe, E. R., McNeil, N. M., & Rittle- Johnson, B. (2015). Easy as ABCABC: Abstract language facilitates performance on a concrete patterning task. *Child Development, 86*, 927-935. doi:10.1111/cdev.12331
- Gentner, D., & Rattermann, M. J. (1991). Language and the career of similarity. In S. A. Gelman & J. P. Byrnes (Eds.), *Perspectives on thought and language: Interrelations in development* (pp. 225–277). London: Cambridge University Press.
- Ginsburg, H. P. (2002). Little children, big mathematics: Learning and teaching in the preschool. In A. Cockburn & E. Nardi (Eds.), *Proceedings of the 26th annual conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 1, pp. 181-185). Norwich: PME.
- GL Assessment. (n.d.). *Progress Test Series, Measure and Track Progress in English, Maths and Science*. London: GL Education Group. Geraadpleegd van <https://www.gl-assessment.co.uk/products/progress-test-series/>
- Gravetter, F. J., & Wallnau, L. B. (2016). *Statistics for the behavioral sciences*. Boston: Cengage Learning.
- Hollenberg, J., & van der Lubbe, M. (2017). *Toetsen op School Primair onderwijs*. Arnhem: Cito.
- Hurks, P. P. M., Hendriksen, J., Dek, J. E., & Kooij, A. P. (2012). *WPPSI-III-NL*. Amsterdam: Pearson Benelux.
- Kidd, J. K., Carlson, A. G., Gadzichowski, K. M., Boyer, C. E., Gallington, D. A., & Psnak, R. (2013). Effects of patterning instruction on the academic achievement of 1st-grade children. *Journal of Research in Childhood Education, 27*, 224–238. doi:10.1080/02568543.2013.766664
- Kidd, J. K., Psnak, R., Gadzichowski, K. M., Gallington, D. A., McKnight, P., Boyer, C. E., & Carlson, A. (2014). Instructing first-grade children on patterning improves reading and mathematics. *Early Education & Development, 25*, 134–151. doi:10.1080/10409289.2013.794448
- Kort, W., Schittekatte, M., Dekker, P. H., Verhaeghe, P., Compaan, E. L., Bosmans, M., & Vermeir, G. (2005). WISC-III NL Wechsler intelligence scale for children. Derde Editie NL. Handleiding en Verantwoording. *Amsterdam: Psychologen HTPNiv*.
- LeFevre, J. A., Fast, L., Skwarchuk, S. L., Smith- Chant, B. L., Bisanz, J., Kamawar, D., & Penner- Wilger, M. (2010). Pathways to mathematics: Longitudinal predictors of performance. *Child Development, 81*, 1753-1767. doi:10.1111/j.14678624.2010.01508.x

- Lin, C., & Ness, D. (2000, April). *Taiwanese and American preschool children's everyday mathematics*. Paper presented at the annual conference of the American Educational Research Association, New Orleans, Louisiana. Geraadpleegd van <https://eric.ed.gov/?id=ED440757>
- Mason, J., Stephens, M., & Watson, A. (2009). Appreciating mathematical structure for all. *Mathematics Education Research Journal*, 21, 10-32. doi:10.1007/BF03217543
- McGarvey, L. M. (2012). What is a pattern? Criteria used by teachers and young children. *Mathematical Thinking and Learning*, 14, 310-337. doi:10.1080/10986065.2012.717380
- Mulligan, J., & Mitchelmore, M. (2009). Awareness of pattern and structure in early mathematical development. *Mathematics Education Research Journal*, 21, 33-49. doi:10.1007/BF03217544
- Neuman, W. L. (2014). *Understanding Research*. Essex: Pearson Education, Inc.
- Papic, M. M., Mulligan, J. T., & Mitchelmore, M. C. (2011). Assessing the development of preschoolers' mathematical patterning. *Journal for Research in Mathematics Education*, 42, 237-268. doi:10.5951/jresematheduc.42.3.0237
- Sarama, J., & Clements, D. H. (2009). Building blocks and cognitive building blocks: Playing to know the world mathematically. *American Journal of Play*, 1(3), 313-337. Geraadpleegd van <https://eric.ed.gov/?id=EJ1069014>
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics* (6th ed.). Boston: Pearson/Allyn & Bacon.
- Waters, J. L. (2004). A Study of mathematical patterning in early childhood settings. In I. Putt, R. Faragher & M. MacLean (Eds), *Proceedings Mathematics education for the 3rd millennium: Towards 2010* (pp. 321-328). Townsville: Mathematics Education Research Group of Australasia.