

Running head: HET VERBAND TUSSEN CREATIVITEIT EN LEEFTIJD BIJ KINDEREN IN DE  
BOVENBOUW VAN DE BASISCHOOL

Het Verband tussen Creativiteit en Leeftijd bij Kinderen in de Bovenbouw van de  
Basisschool

Doha Al Kaaby (5582504) en Nanda Walhout (4172809)

Pedagogische Wetenschappen

Universiteit Utrecht

Datum: 28 juni 2017

Eerste begeleider: MSc. E. M. Schoevers

# HET VERBAND TUSSEN CREATIVITEIT EN LEEFTIJD BIJ KINDEREN IN DE BOVENBOUW VAN DE BASISCHOOL

## Abstract

This research was conducted due to the lack of, and inconsistent outcomes of, existing research on the development of mathematical creativity. This research will however go further and focus on the relationship that might exist between age and creativity and between age and geometrical creativity. The possible influence of knowledge was also taken into account in the latter. The convenience sample consisted of 192 Dutch children in the 4th and 5th grade. The results of this research showed that the relation between age and creativity tend to be non-significant, negative and very weak ( $r = -.02$ ). On contrary, the relation between age and geometrical creativity appeared to be significant, positive but also very weak ( $r = -.16$ ). Age tends to explain a significant 2.5% of the variance in mathematical creativity. Finally, outcomes of this research show that the relative proportion of age in geometrical creativity decreases as the children became older while the relative proportion of knowledge showed an increase. Altogether this research provides evidence of the influence of age on creativity and especially geometric creativity.

*Keywords:* creativity, mathematical creativity, geometrical creativity, geometrical knowledge, age, advanced stage (primary education)

## Samenvatting

Aangezien bestaande onderzoeken naar de ontwikkeling van creativiteit weinig eenduidigheid laten zien en er weinig onderzoek is gedaan naar de ontwikkeling van meetkundige creativiteit, is in dit onderzoek het verband tussen zowel leeftijd en creativiteit als tussen leeftijd en meetkundige creativiteit onderzocht. Bij deze laatste relatie is ook rekening gehouden met de invloed van de variabele kennis. De gemakssteekproef voor het huidige onderzoek betrof 192 leerlingen uit de groepen 6 en 7 van de basisschool. Aan de hand van de resultaten kan geconcludeerd worden dat er een niet-significant negatief en zeer zwak verband ( $r = -.05$ ) is tussen leeftijd en algemene creativiteit. Het verband tussen leeftijd en meetkundige creativiteit bleek daarentegen significant, positief maar eveneens zeer zwak te zijn ( $r = .16$ ). Daarnaast bleek leeftijd een significante 2,5% van de variantie in meetkundige creativiteit te verklaren. Ten slotte is gebleken dat het relatieve aandeel van leeftijd in meetkundige creativiteit daalde naarmate leerlingen ouder werden, aangezien de invloed van kennis op meetkundige creativiteit steeg. Al met al tracht dit onderzoek bij te dragen aan de algemene theorievorming rondom de ontwikkeling van algemene creativiteit en meetkundige creativiteit.

*Keywords:* creativiteit, mathematical creativity, meetkundige creativiteit, meetkundige kennis, leeftijd, bovenbouw basisschool

## HET VERBAND TUSSEN CREATIVITEIT EN LEEFTIJD BIJ KINDEREN IN DE BOVENBOUW VAN DE BASISCHOOL

### Het verband tussen Creativiteit en Leeftijd bij Kinderen in de Bovenbouw van de Basisschool

Hoewel er in de literatuur steeds meer aandacht komt voor creativiteit in het onderwijs en het belang hiervan onderstreept wordt, wijst de praktijk uit dat er in het huidige onderwijscurriculum, en met name in het reken- en wiskundige domein, niet veel ruimte is voor creativiteit (Hosseini, 2014). Zo wordt het onderwijs op lagere en middelbare scholen in westerse landen gekenmerkt door vaste oplosstrategieën en vragen waarop slechts één antwoord mogelijk is (Kroesbergen, 2017; Kwon et al., 2006). Er wordt met name gebouwd op convergent denken waarbij de nadruk ligt op het vinden van een enkele oplossing aan de hand van vooraf geleerde technieken (Cropley, 2006). Door dit convergente denken is er weinig ruimte voor creativiteit, terwijl onderzoek uitwijst dat creativiteit juist van belang is voor zowel de bevordering van de schoolresultaten als voor de ontplooiing van talent van de individuele leerling (Ervynck, 1991; Mann, 2005; Sriraman, 2004, Wang, 2007).

Vanwege de toenemende bewustwording van het belang van creativiteit, wordt er de laatste jaren meer naar gestreefd om de creativiteit van leerlingen, met name binnen het reken- en wiskunde domein, te vergroten door middel van lesprogramma's. Om deze lesprogramma's te kunnen ontwikkelen en implementeren, is het echter van essentieel belang om op de hoogte te zijn van de ontwikkeling van creativiteit binnen een individu. Wanneer kinderen vervolgens op de juiste leeftijd worden gestimuleerd, heeft dit over het algemeen een sterkere positieve invloed op andere domeinen. Dit fenomeen wordt door Masten en Cicchetti (2010) beschreven als een positieve cascade.

Hoewel kennis over de ontwikkeling van creativiteit van groot belang is, blijkt uit de literatuur dat er weinig eenduidigheid is met betrekking tot de ontwikkeling van algemene creativiteit. Vervolgonderzoek is dus noodzakelijk. Daarnaast blijkt uit de literatuur dat er nog maar weinig onderzoek is gedaan naar creativiteit binnen het reken- en wiskundeonderwijs (*mathematical creativity [MC]*) (Bahar & Maker, 2011). De bestaande onderzoeken naar MC richten zich vooral op het karakteriseren en identificeren van MC en diens bevordering door middel van lesprogramma's (Levenson, 2011), terwijl nog vrijwel niets bekend is over de ontwikkeling van MC in een individu.

Aangezien de literatuur niet eenduidig is over de ontwikkeling van algemene creativiteit en geen informatie verschaft over de ontwikkeling van MC, zal deze studie ingaan op de ontwikkeling van algemene creativiteit en op de ontwikkeling van MC. De ontwikkeling zal onderzocht worden voor de bovenbouw van de lagere school. Er is gekozen voor deze leeftijdscategorie aangezien uit Piagets theorie blijkt dat zowel ruimtelijk inzicht als abstract en logisch redeneren, kenmerken van meetkundige creativiteit, zich met name in deze leeftijdscategorie ontwikkelen (Levav-Waynberg & Leikin, 2012; Piaget, 1964; Wu, Cheng, Ip, & McBride-Chang, 2005).

## HET VERBAND TUSSEN CREATIVITEIT EN LEEFTIJD BIJ KINDEREN IN DE BOVENBOUW VAN DE BASISCHOOL

Alvorens vanuit de literatuur op de verhouding tussen leeftijd, algemene creativiteit en MC in te gaan, zullen algemene creativiteit en MC nader worden gedefinieerd. In de literatuur bestaan er verscheidene definities voor algemene creativiteit. Ondanks de variatie in definities, hebben de definities gemeen dat creativiteit "innovatieve ideeën" en "nieuwe producten" aanduidt. Zo wordt creativiteit veelal beschreven als het proces waarbij nieuwe ideeën worden verzameld en gegenereerd (Craft, 2003; Mustafa, 2011; Runco, 2004). Bij algemene creativiteit lijkt dus divergent denken, dat gericht is op het vinden van nieuwe en meerdere antwoorden op een vraag, centraal te staan. Echter, Cropley (2006) geeft aan dat naast divergent denken ook convergent denken een rol speelt in algemene creativiteit. Zo vereist het proces van het vinden en evalueren van de nieuwe antwoorden op de vragen, convergent denken. De benaming algemene creativiteit gaat ervan uit dat creativiteit een algemene en domein-overtreffende eigenschap van een individu is: iemand is creatief of iemand is het niet (Baer, 1998). De laatste jaren komt er binnen de wetenschap steeds meer kritiek op deze visie (Baer, 2015). De meerderheid van de onderzoekers beweert dat creativiteit domein-specifiek is. Oorzaak voor deze bewering is dat de verschillende creativiteitsdomeinen (i.e. muziek, wiskunde) onderling laag correleren. Iemand zou dus wel creatief kunnen zijn op het ene gebied, maar niet creatief op het andere gebied. Het tweede begrip dat gedefinieerd zal worden, MC, valt onder domein-specifieke creativiteit. Hier gaat het immers niet meer om creativiteit in het algemeen, maar om een domein waarop iemand creatief zou kunnen zijn. Opvallend is het feit dat er voor MC, evenals voor algemene creativiteit, geen precieze en algemeen geaccepteerde definitie beschikbaar is (Leikin, 2009; Mann, 2006; Nadjafikhah, Yaftian & Bakhshalizadeh, 2012). Verschillende onderzoeken geven aan dat, net als voor algemene creativiteit, divergent denken, en het hieruit voortvloeiende probleemstellend en probleemoplossend vermogen, belangrijke componenten zijn van MC (Chamberlin & Moon, 2005; Kwon, Park & Park, 2006; Leikin, 2009; Runco & Acar, 2012; Sak & Maker, 2006; Silver, 1997). Het belang van deze twee componenten voor MC blijkt ook uit de definitie die Liljedahl en Sriraman (2006, p.19) geven voor MC, welke definitie in dit onderzoek gehanteerd zal worden: reken- en wiskundige creativiteit is het proces bij rekenen en wiskunde "a) dat resulteert in ongewone (nieuwe) en/of inzichtvolle oplossingen voor een probleem en/of b) de formulering van nieuwe vragen en/of mogelijkheden waardoor een oud probleem met behulp van verbeelding vanuit een nieuwe hoek bekeken kan worden".

Nu duidelijk is wat creativiteit en MC inhouden, zal de verhouding tussen algemene creativiteit, MC en leeftijd nader worden gedefinieerd. Aangezien er weinig bekend is over de specifieke relatie tussen de drie variabelen, zal eerst gekeken worden naar de mate waarin het divergente denken in het algemeen zich ontwikkelt. Uit de definities

## HET VERBAND TUSSEN CREATIVITEIT EN LEEFTIJD BIJ KINDEREN IN DE BOVENBOUW VAN DE BASISCHOOL

voor creativiteit en MC blijkt namelijk dat divergent denken bij beide een belangrijke rol speelt.

Algemeen genomen lijkt het divergente denken van leerlingen te stijgen naarmate zij in een hogere schoolklas zitten (Claxton, Pannells & Roads, 2005; Kim, 2011; Mustafa, 2011). Dit positieve verband wordt door Mustafa (2011) toegeschreven aan de normale cognitieve ontwikkeling van kinderen, waarbij de capaciteit tot abstract denken en problemen oplossen zich pas op latere leeftijd ontwikkelt. In een aantal groepen lijkt het divergente denken echter te dalen. Zo geeft onderzoek van Torrence (1968) een daling aan in groep zes en blijkt uit onderzoek van Kim (2011) dat het divergente denken stagneert als leerlingen naar de middelbare school gaan. Kim (2011) geeft als verklaring hiervoor aan dat leerlingen in deze fasen kennismaken met nieuwe regels en dat er van hen wordt verwacht om conform deze regels te handelen. Dit zou een negatieve weerslag hebben op het divergente denken. Er is echter ook onderzoek dat niet aansluit bij bovenstaande gegevens. Zo vonden Charles en Runco (2001) een lichte daling in het divergente denken tussen groep vijf en zeven, met een piek in het divergente denken in groep zes. Het ontbreken van eenduidigheid in de resultaten kan verklaard worden door verschillende factoren. Zo geeft onderzoek aan dat de houding van de leerkracht, de instructie die er vóór de test wordt gegeven en de soort test die gebruikt wordt van invloed kunnen zijn op de resultaten van de testen van de leerling (Charles & Runco, 2001; Kuhn & Holling, 2009; Runco & Okuda, 1991). Daarnaast geeft onderzoek aan dat het ontbreken van eenduidigheid in de literatuur over het verband tussen divergent denken en leeftijd eveneens een resultaat kan zijn van variatie in demografische factoren als geslacht en schoollocatie (Weinstein, Clark, DiBartolomeo & Davis, 2014). Hoewel de resultaten van de onderzoeken dus niet eenduidig zijn, lijken de meeste onderzoeken wel aan te geven dat het divergente denken in de loop der jaren stijgt. Deze stijging van het divergente denken in de loop der jaren lijkt te impliceren dat de creativiteit en de MC in de loop der jaren eveneens stijgen. Echter, er moet worden opgemerkt dat het divergente denken zich slechts richt op een onderdeel van creativiteit en dat het geen volledige weerspiegeling biedt van het begrip creativiteit (Kim, Cramond & Bandalos, 2006).

Onderzoeken die niet specifiek ingaan op divergent denken, geven aan dat er een positief verband is tussen leeftijd en creativiteit (Claxton et al., 2005; De Caroli & Sagone, 2009).

Er wordt eveneens een positief verband gezien tussen schoolklas (i.e. leeftijd) en MC (Sak & Maker, 2006). Onduidelijkheid bestaat over de vraag of dit positieve verband tussen schoolklas en MC een gevolg is van het ouder worden en de hiermee gepaard gaande cognitieve ontwikkelingen, of dat het een gevolg is van toenemende reken- en wiskundige kennis. Verschillende onderzoeken laten namelijk het belang zien van reken-

## HET VERBAND TUSSEN CREATIVITEIT EN LEEFTIJD BIJ KINDEREN IN DE BOVENBOUW VAN DE BASISCHOOL

en wiskundige kennis in de ontwikkeling van MC (Hong & Agui, 2004; Sak & Maker, 2006; Simonton, 2000). Kennis lijkt dus een rol te spelen in het positieve verband tussen MC en leeftijd. Wat in dit verband de bijdrage is van leeftijd is echter minder bekend. Wel is bekend dat leeftijd in de eerste jaren van een kind over het algemeen één van de belangrijkste factoren is in de ontwikkeling. Naarmate een kind ouder wordt gaat de omgeving (waaronder scholing en kennis) een belangrijker rol vervullen en vermindert de rol van leeftijd (Piaget, zoals geciteerd in Sak & Maker, 2006).

Aangezien het verband tussen leeftijd en creativiteit nog onduidelijk is, evenals de rol van leeftijd in MC, tracht dit onderzoek antwoord te geven op de volgende vragen: "Wat is het verband tussen leeftijd en creativiteit bij kinderen in de bovenbouw van de basisschool?" en "Wat is het verband tussen leeftijd en MC bij kinderen in de bovenbouw van de basisschool?". Dit onderzoek zal zich met name richten op de meetkundige kant van MC, waardoor de tweede deelvraag ook als volgt is te verwoorden: "Wat is het verband tussen leeftijd en meetkundige creativiteit bij kinderen in de bovenbouw van de basisschool?" Bij de relatie tussen leeftijd en meetkundige creativiteit zal rekening worden gehouden met de invloed van de variabele kennis.

Aan de hand van het bovenstaande literatuuronderzoek wordt verwacht dat er een positief verband bestaat tussen leeftijd en creativiteit, aangezien dit voortkomt uit de meerderheid van de studies (Claxton et al., 2005; Kim, 2011; Mustafa, 2011). Daarnaast wordt er eveneens een positief verband verwacht tussen leeftijd en meetkundige creativiteit (Kim, 2011; Sak & Maker, 2006). Er wordt verwacht dat het relatieve aandeel van leeftijd in meetkundige creativiteit daalt naarmate leerlingen ouder worden, aangezien de invloed van kennis op meetkundige creativiteit stijgt (Sak & Maker, 2006; Simonton, 2000).

### **Methode**

#### **Participanten**

De gegevens die in dit onderzoek gebruikt worden, maken deel uit van de datacollectie voor het in 2015 gestarte Project Meetkunst (Kroesbergen, 2017, Schoevers & Kroesbergen, 2017). Aan dit project doen al de bovenbouwgroepen van vier verschillende reguliere basisscholen uit het westen van Nederland mee. Concreet bestaat deze groep uit vier groepen 6, vier groepen 7 en één combinatieklas van groep 7 en 8. Er is gekozen voor deze leeftijdscategorie aangezien uit Piagets theorie blijkt dat zowel ruimtelijk inzicht als abstract en logisch redeneren, kenmerken van meetkundige creativiteit, zich met name in deze leeftijdscategorie ontwikkelen (Levav-Waynberg & Leikin, 2012; Piaget, 1964). Het totale aantal leerlingen dat deelneemt aan het onderzoek en welke dus de steekproef vormt, is 249. Aangezien de scholen zijn geselecteerd op basis van vrijwilligheid, is er sprake van een gemakssteekproef.

## HET VERBAND TUSSEN CREATIVITEIT EN LEEFTIJD BIJ KINDEREN IN DE BOVENBOUW VAN DE BASISCHOOL

Uit de datacollectie is gebleken dat voor al de 24 leerlingen uit de combinatieklas van groep 7 en 8 gegevens ontbraken met betrekking tot de meetkunde toets. Aangezien dit een essentiële variabele is in de analyses die zullen volgen, is besloten de gehele combinatieklas uit de steekproef te verwijderen. Daarnaast bleken bij 33 andere leerlingen gegevens te missen op één of meerdere van de te analyseren variabelen (leeftijd, TCT-DP-score, GCT-totaalscore, meetkundetoets), om welke reden deze leerlingen eveneens uit de steekproef zijn verwijderd. Van de overige 192 leerlingen, die de steekproef voor dit onderzoek vormen, zitten er op het moment van afname 87 in groep 6 ( $M_{leeftijd} = 9.40$ ,  $SD_{leeftijd} = 0.56$ ) en 105 in groep 7 ( $M_{leeftijd} = 10.31$ ,  $SD_{leeftijd} = 0.49$ ). Aangezien beide onderzoeksvragen beantwoord zullen worden aan de hand van eenzelfde steekproef, is het mogelijk om het verband tussen leeftijd en algemene creativiteit enerzijds, en leeftijd en meetkundige creativiteit anderzijds, te vergelijken.

### Meetinstrumenten

**Leeftijd.** Onder leeftijd wordt binnen dit onderzoek het aantal maanden dat een leerling oud is op 28 februari 2017, het moment van sluiting van de eerste pilot, verstaan. De gegevens die nodig zijn tot het berekenen van de leeftijd (de geboortedata van de leerlingen) zijn verstrekt door de school.

**Algemene creativiteit.** De algemene creativiteit wordt berekend aan de hand van de scores van de leerlingen op de Nederlandse vertaling van de Test for Creative Thinking-Drawing Production (TCT-DP; Urban & Jellen, 1996). In deze test wordt van de respondenten gevraagd een tekening bestaande uit zes onvolledige figuren af te maken. De tekening wordt beoordeeld aan de hand van 14 criteria, waarbij op de criteria 10-13 maximaal 3 punten te behalen zijn en op de overige criteria maximaal 6 punten. Uit de criteria van de test blijkt dat deze test zich niet enkel richt op de mate van divergent denken van leerlingen, maar dat zij tevens rekening houdt met onder andere inhoud, perspectief, humor en unconventionaliteit in de tekeningen van de leerlingen.

Wat de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van de test betreft, geven zowel Urban (2005;  $r > .87$ ) als de onderzoekers van het Project Meetkunst (ICC = .94) aan dat deze goed is. Aangaande de validiteit kan gezegd worden dat onderzoek uitwijst dat intelligentie, gemeten met de Raven-test, zeer laag correleert met de TCT-DP ( $r = .14$ ) wat impliceert dat de TCT-DP geen intelligentie lijkt te meten (Wolanska & Nečka, 1990). De TCT-DP correleert hoger met zowel de creativiteitstesten EPOC divergent denken ( $r = .19$ ) als EPOC convergent denken ( $r = .22$ ). Hieruit kan worden geconcludeerd dat de EPOC en de TCT-DP meer gemeenschappelijk hebben dan de Raven-test en de TCT-DP, om welke reden er aanwijzingen zijn dat de TCT-DP ook werkelijk creativiteit meet.

**Meetkundige creativiteit.** De meetkundige creativiteit van kinderen wordt in dit onderzoek bepaald met behulp van de Geometrical Creativity Task (GCT), opgesteld ten bate van het Project Meetkunst (Schoevers, 2016). De test bevat vijf open vragen met

## HET VERBAND TUSSEN CREATIVITEIT EN LEEFTIJD BIJ KINDEREN IN DE BOVENBOUW VAN DE BASISCHOOL

betrekking tot meetkunde. De meetkundige creativiteit wordt bepaald door per vraag een score toe te kennen op het gebied van (a) *fluency*, (b) *flexibility* en (c) *originality*. Hierna worden de scores van de vragen en de deelgebieden per kind opgeteld om één score te vormen van interval meetniveau.

Aangezien de GCT zich in zijn ontwikkelingsfase bevindt, is hij nog niet beoordeeld door de Commissie Testaangelegenheden Nederland (COTAN). Uit analyses gedaan door de onderzoekers is echter gebleken dat zowel de scores op de fluency schaal (ICC = .95) als op de flexibility schaal (KAPPA = .85) een goede interbeoordelaarsbetrouwbaarheid hebben. Daarnaast is uit de analyses gebleken dat de vier vragen een inter-item betrouwbaarheid, ook wel interne consistentie genoemd, hebben van .595 op fluency, .610 op flexibility en .410 op originality. Hiermee is de inter-item betrouwbaarheid van de vier vragen op flexibility van voldoende niveau zijn, terwijl deze voor de fluency en originality van onvoldoende niveau is (Evers, Lucassen, Meijer & Sijtsma, 2009). De validiteit van de test is moeilijk te bepalen, omdat er nog geen andere meetinstrumenten zijn waarmee de GCT te vergelijken is. Verder is de test nog niet beoordeeld door verschillende experts (Faculteit Sociale Wetenschappen, 2015).

**Meetkundige kennis.** De meetkundige kennis van de leerlingen wordt in dit onderzoek bepaald met behulp van de meetkundetoets, eveneens opgesteld ten bate van het Project Meetkunst (Schoevers, 2016). Deze test bestaat uit vier gesloten en zes open vragen die onder andere kennis meten op het gebied van diepte, verhoudingen, patronen en plattegronden. De scores op de vragen worden opgeteld en monden uit in één score van interval meetniveau per kind.

Ook de meetkundetoets is nog niet beoordeeld door de COTAN. Echter, ICC-metingen, gedaan door de onderzoekers, geven aan dat de scores op de vragen 5-8 en 10, na een tweede scor-ronde, alle een excellente interbeoordelaarsbetrouwbaarheid hebben (Cicchetti, 1995). Verder is de IBB van vraag 9 "poor" van aard. De validiteit van de test is wederom moeilijk te bepalen, omdat er nog geen andere meetinstrumenten zijn waarmee de GCT te vergelijken is (Faculteit Sociale Wetenschappen, 2015).

### **Procedure**

Aangaande de afnameprocedure kan worden gezegd dat de TCT-DP en de GCT klassikaal zijn afgenomen, onder begeleiding van de onderzoeker. Na een korte algemene introductie werd per instrument uitleg gegeven. Voor de TCT-DP kregen de kinderen, inclusief instructie, maximaal 15 minuten en voor de GCT 35 minuten. De meetkundetoets is door de docent, zonder begeleiding van de onderzoeker, afgenomen en kende een maximale afnameduur van 30 minuten.

De resultaten van de TCT-DP, de GCT en de meetkundetoets worden gebruikt in statistische analyses, welke worden uitgevoerd met behulp van de Statistical Package of Social Science and Problem Solutions (SPSS), versie 24.



**Testen van assumpties.** Alvorens de analyses uitgevoerd kunnen worden, dient er voldaan te zijn aan de assumpties voor de verschillende testen (Allen & Bennett, 2012). Voor de Pearson correlaties houdt dit in dat de variabelen normaal verdeeld moeten zijn en dat er sprake moet zijn van lineariteit en homoscedasticiteit tussen de variabelen. Indien er weinig sprake is van normaliteit of lineariteit, dan zal het verband berekend worden met behulp van een Spearman correlatie. Wat de regressieanalyses betreft, dient er, voor iedere analyse afzonderlijk, ten eerste voldaan te worden aan de assumptie van normaliteit. Enige afwijking van de normaalverdeling wordt niet als problematisch beschouwd. Als de verdeling echter in zijn geheel niet normaal verdeeld is, dan zal met behulp van passende transformaties alsnog getracht worden de normaliteit te bereiken. Ten tweede mogen er geen uitschieters aanwezig zijn. Een waarde wordt als uitschieter beschouwd wanneer deze meer dan  $3.29 SD$  bij het gemiddelde van een variabele vandaan ligt (Allen & Bennett, 2012). Indien een beperkt aantal uitschieters gevonden wordt, zullen zij buiten de analysegroep geplaatst worden. Ten derde moet er sprake zijn van normaliteit, lineariteit en homoscedasticiteit van de residuen. Als in de scatterplot wel een duidelijk patroon in de residuen zichtbaar is, zal de regressieanalyse niet uitgevoerd worden. Ten slotte moet er, indien er meerdere voorspellende variabelen in het spel zijn, voldaan worden aan de assumptie van multicollineariteit. Mocht er sprake zijn van multicollineariteit, dan zal één van de voorspellende variabelen uit de analyse gehaald worden.

**Analyse 1: leeftijd en algemene creativiteit.** Het verband tussen leeftijd en algemene creativiteit, beide variabelen op rationiveau, zal onderzocht worden middels een bivariate Pearson correlatie ( $r$ ). Als het verband significant bevonden wordt, zal tevens een enkelvoudige regressieanalyse uitgevoerd worden om de scores op de afhankelijke variabele te kunnen voorspellen aan de hand van de onafhankelijke variabele. De afhankelijke variabele is hierbij algemene creativiteit en de onafhankelijke variabele is leeftijd.

**Analyse 2: leeftijd en meetkundige creativiteit.** Voor het onderzoeken van het verband tussen de onafhankelijke variabele leeftijd in maanden en de afhankelijke variabele meetkundige creativiteit wordt eveneens gebruikgemaakt van een bivariate Pearson correlatie. Ook hier zal, als de correlatie significant is, tevens een enkelvoudige regressieanalyse uitgevoerd worden.

Daarnaast zullen hiërarchische regressieanalyses toegepast worden om te bepalen welk deel van de variantie in meetkundige creativiteit verklaard wordt door leeftijd en welk deel door de in de literatuur gevonden variabele *kennis* (Hong & Agui, 2004; Sak & Maker, 2006; Simonton, 2000). In een eerste hiërarchische regressieanalyse wordt het algehele verband tussen de afhankelijke variabele meetkundige creativiteit en de onafhankelijke variabelen leeftijd en meetkundige kennis

## HET VERBAND TUSSEN CREATIVITEIT EN LEEFTIJD BIJ KINDEREN IN DE BOVENBOUW VAN DE BASISCHOOL

onderzocht. Daarnaast wordt, om het verloop van de verklaarde varianties van beide onafhankelijke variabelen in de loop der jaren zichtbaar te maken, de bovengenoemde hiërarchische regressieanalyse tevens uitgevoerd voor drie verschillende, elkaar opvolgende, leeftijdsgroepen: 109 - 118 maanden, 119 - 128 maanden en 129 - 138 maanden. Leeftijd wordt als onafhankelijke variabele ingevoerd in model 1 en meetkundige kennis wordt als onafhankelijke variabele ingevoerd in model 2.

### Ethische Aspecten

Aangezien de participanten die deel hebben genomen aan het onderzoek onder de 16 jaar waren, is, in navolging op artikel 5 van de NVO-beroepscode (2017), aan de wettelijke vertegenwoordigers van de participanten een informatiebrief met betrekking tot het onderzoek gestuurd. De wettelijke vertegenwoordigers hadden naar aanleiding van deze brief de mogelijkheid hun kind af te melden voor het onderzoek.

Om de anonimiteit van de participanten te waarborgen, zijn de participanten in het databestand en de verdere analyses weergegeven met behulp van persoonsnummers (Neuman, 2012).

### Resultaten

De beschrijvende statistieken van de leeftijdsgroep in zijn geheel zijn te vinden in Tabel 1.

Tabel 1

*Gemiddelden en Standaardafwijkingen voor de Variabelen Leeftijd, TCT-DP Score, GCT-totaalscore en Meetkundige Kennis voor de Totale Groep en de Drie Aparte Leeftijdscategorieën*

Leeftijdsgroep	Leeftijd in jaren	TCT-DP score	GCT-totaalscore	Meetkundetoets score
Totale groep ( $n = 190$ ) <sup>a</sup>				
Gemiddelde	9.90	16.90	4.00	5.29
SD	.66	6.90	1.59	2.85
1 ( $n = 49$ )				
Gemiddelde	9.00	16.71	3.32	4.55
SD	.00	6.19	1.48	2.35
2 ( $n = 81$ )				
Gemiddelde	9.96	16.32	4.34	5.65
SD	.19	6.92	1.51	2.91
3 ( $n = 60$ )				
Gemiddelde	10.55	17.83	4.10	5.42
SD	.50	7.43	1.63	3.07

Note. Leeftijdsgroep: 1 = 109 - 118 maanden; 2 = 119 - 128 maanden; 3 = 129 - 138 maanden

<sup>a</sup> Aangezien de variabele leeftijd een rol speelt in beide deelvragen, zijn de twee uitbijters op leeftijd voorafgaand aan het uitvoeren van analyses uit de steekproef verwijderd.

### **Leeftijd en Algemene Creativiteit**

Om de samenhang tussen de variabelen leeftijd en TCT-DP score te analyseren, is gebruikgemaakt van een bivariate Pearson correlatie. Alvorens deze analyse uit te voeren, zijn de assumpties getest. Waar leeftijd normaal verdeeld bleek te zijn, kende de variabele TCT-DP score een sterke rechtsscheve verdeling ( $z_s = 1.00$ ,  $z_k = .97$ ). Aangezien er wel werd voldaan aan de assumpties van lineariteit en homoscedasticiteit, is besloten om toch een Pearson correlatie te berekenen. Aangezien het verband tussen leeftijd en meetkundige creativiteit tevens gemeten wordt middels een Pearson correlatie, is het bijkomende voordeel van het gebruiken van deze analyse voor het verband tussen leeftijd en algemene creativiteit dat de resultaten op beide deelvragen te vergelijken zijn.

Uit de resultaten is gebleken dat de correlatie tussen leeftijd en TCT-DP score, rekening houdend met de normen gegeven door Doorn en Rhebergen (2006), niet-significant, negatief en zeer zwak te zijn,  $r(190) = -.02$ ,  $p = .797$ .

### **Leeftijd en Meetkundige Creativiteit**

Om de sterkte van het verband tussen leeftijd en GCT-totaalscore te toetsen is, nadat uit de analyses bleek dat er aan de assumpties van normaliteit, lineariteit en homoscedasticiteit werd voldaan, tevens een bivariate Pearson correlatie uitgevoerd. De bivariate correlatie tussen deze twee variabelen bleek significant, positief, maar wel zeer zwak te zijn,  $r(190) = .15$ ,  $p = .037$  (Doorn en Rhebergen, 2006).

Aangezien de Pearson correlatie tussen leeftijd en meetkundige creativiteit significant is, is tevens besloten een enkelvoudige regressieanalyse uit te voeren. Alvorens deze regressieanalyse uit te voeren, zijn de assumpties gecontroleerd. Uit de analyses is gebleken dat beide variabelen normaal zijn verdeeld en dat er is voldaan aan de assumpties van normaliteit, lineariteit en homoscedasticiteit van de residuen. Naast de twee uitschieters bij de variabele leeftijd die reeds verwijderd waren, bleek er ook één hoge univariate uitschieter bij GCT-totaalscore te zijn, welke eveneens is verwijderd.

Nadat aan de assumpties was voldaan, is het verband tussen leeftijd en de GCT-totaalscore geanalyseerd. Analyses lieten zien dat de variabele leeftijd een significante 2.5% van de variantie in de GCT-totaalscores verklaart,  $R^2 = .03$ , adjusted  $R^2 = .02$ ,  $F(1, 187) = 4.75$ ,  $p = .031$ . De ongestandaardiseerde regressie-coëfficiënt ( $B$ ) had een waarde van .03 en de gestandaardiseerde regressie-coëfficiënt ( $\beta$ ) had een waarde van .16.

**Verband leeftijd en kennis en meetkundige creativiteit.** Zoals uit de literatuur naar voren is gekomen, speelt naast leeftijd, meetkundige kennis ook een grote rol in de mate van meetkundige creativiteit (Hong & Agui, 2004; Sak & Maker, 2006; Simonton, 2000). Een hiërarchische Multipelle Regressie Analyse (MRA) is uitgevoerd om te testen of kennis voor een significant aandeel in de variantie van GCT-totaalscore zorgt, naast de

HET VERBAND TUSSEN CREATIVITEIT EN LEEFTIJD BIJ KINDEREN IN DE BOVENBOUW VAN DE BASISCHOOL

variantie die reeds verklaard wordt door leeftijd. Uit de analyses voor het testen van de assumpties voor een hiërarchische MRA is gebleken dat de variabelen leeftijd en GCT-totaalscore normaal zijn verdeeld en vrij zijn van univariate uitschieters. De variabele meetkundetoets score daarentegen is rechtsscheef ( $z_s = .45$ ,  $z_k = -.61$ ) verdeeld, maar wel vrij van uitschieters. Aangezien er wel is voldaan aan de assumpties van normaliteit, lineariteit en homoscedasticiteit van de residuen, wordt de niet-normaliteit van de variabele meetkundetoets score gedoogd. Ten slotte bleek er geen sprake te zijn van multivariate uitbijters noch van multicollineariteit (Menard, 1995).

Zoals in Tabel 2 is te zien, zorgt de variabele leeftijd in stap 1 van de hiërarchische MRA voor een significante 3% van de variantie in de GCT-totaalscore,  $R^2 = .03$ ,  $F(1, 187) = 4.75$ ,  $p = .031$ . In stap 2 is de variabele meetkundige kennis toegevoegd aan de regressievergelijking, welke 10.3% extra van de variantie in de GCT-totaalscore verklaart,  $\Delta R^2 = .10$ ,  $\Delta F(1, 186) = 21.92$ ,  $p < .001$ . In totaal verklaren de twee voorspellers 12.8% van de variantie in de GCT-totaalscore,  $R^2 = .128$ ,  $F(2, 186) = 13.60$ ,  $p < .001$ . Volgens de normen van Cohen (1988) wordt een effect van een dergelijke grootte, "medium" genoemd ( $f^2 = .15$ ).

Tabel 2

*R, R<sup>2</sup>, de Verandering in R, Ongestandaardiseerde (B) en Gestandaardiseerde (β) Regressie Coëfficiënten voor Iedere Voorspellende Variabele voor elke Stap van de Hiërarchische Multipele Regressie Analyse waarin de GCT-totaalscore Voorspeld Wordt*

Voorspeller	R	R <sup>2</sup>	ΔR <sup>2</sup>	B [95% BI]	β
Stap 1	.16	.03	.03*		
Leeftijd maanden				.03 [.00, .06]*	.16
Stap 2	.36	.13	.10**		
Leeftijd maanden				.03 [.00, .05]	.12
Meetkundige kennis				.18 [.1, .25]**	.32

Note. n = 190. BI = betrouwbaarheidsinterval.

\* p < .05 tweezijdig. \*\* p < .001 tweezijdig

Nu uit de resultaten is gebleken dat de variabele leeftijd een significant aandeel van de variantie in GCT-totaalscore verklaart zolang zij als enige voorspeller aanwezig is (model 1), maar dat zij niet langer significant is zodra de variabele meetkundige kennis aan het model wordt toegevoegd (model 2), is het de vraag hoe deze twee verklaarde varianties zich gedragen in de loop der jaren. Om hier inzicht in te krijgen, is de hiervoor genoemde hiërarchische MRA tevens uitgevoerd voor drie onderscheiden leeftijdsgroepen. Alvorens de resultaten van de hiërarchische MRA's te analyseren, zijn wederom de assumpties gecontroleerd. Ten eerste bleek dat de variabelen GCT-totaalscore en meetkundige kennis voor alle drie de onderscheiden leeftijdsgroepen

## HET VERBAND TUSSEN CREATIVITEIT EN LEEFTIJD BIJ KINDEREN IN DE BOVENBOUW VAN DE BASISCHOOL

normaal waren verdeeld. De variabele leeftijd daarentegen bleek voor categorie 1 linksscheef te zijn ( $z_s = .02$ ,  $z_k = -1.35$ ), evenals voor categorie 2 ( $z_s = -.31$ ,  $z_k = -.97$ ) en voor categorie 3 rechtsscheef ( $z_s = .48$ ,  $z_k = -.61$ ). Aangezien er voor alle drie de groepen wel voldaan werd aan de assumpties van normaliteit, lineariteit en homoscedasticiteit van de residuen, is besloten de niet-normale verdeling van de variabele leeftijd te accepteren. Bij leeftijdscategorie 2 bleek er één hoge uitschieter op de GCT-totaalscore te zijn, om welke reden deze leerling uit categorie 2 is verwijderd. Er bleek geen sprake te zijn van multivariate uitbijters noch van multicollineariteit (Menard, 1995).

Zoals Tabel 3 laat zien, daalt het aandeel van leeftijd (stap 1) in het model van 3,4% in leeftijdsgroep 1 ( $R^2 = .03$ ,  $F(1, 47) = 1.68$ ,  $p = .201$ ) naar 0% in groep 2 ( $R^2 = .00$ ,  $F(1, 77) = .00$ ,  $p = .977$ ) en 1,4% in groep 3 ( $R^2 = .01$ ,  $F(1, 58) = .83$ ,  $p = .365$ ). De variabele meetkundige kennis daarentegen, die bij stap 2 werd toegevoegd, verklaart steeds meer van de variantie naarmate de leeftijdsgroep stijgt. Zo verklaart meetkundige kennis 0% extra van de variantie bij leeftijdsgroep 1 ( $\Delta R^2 = .00$ ,  $\Delta F(1, 46) = .03$ ,  $p = .875$ ), 7% extra bij leeftijdsgroep 2 ( $\Delta R^2 = .07$ ,  $\Delta F(1, 76) = 5.75$ ,  $p = .019$ ) en 28,4% extra bij leeftijdsgroep 3 ( $\Delta R^2 = .28$ ,  $\Delta F(1, 57) = 23.11$ ,  $p < .001$ ). Gezamenlijk verklaren de voorspellers 3,5% van de variantie in de GCT-totaalscore in leeftijdsgroep 1 ( $R^2 = .035$ ,  $F(2, 46) = .84$ ,  $p = .440$ ), 7% in leeftijdsgroep 2 ( $R^2 = .07$ ,  $F(2, 76) = 2.87$ ,  $p = .063$ ) en 29.9% in leeftijdsgroep 3 ( $R^2 = .30$ ,  $F(2, 57) = 12.13$ ,  $p < .001$ ). Volgens Cohen (1988) is de gezamenlijke verklaarde variantie in leeftijdsgroep 2 van "small" tot "medium" niveau ( $f^2 = .08$ ) en in leeftijdsgroep 3 van "groot" niveau ( $f^2 = .43$ ). Deze resultaten laten zien dat het aandeel van leeftijd in verklaarde variantie lijkt af te nemen, in het profijt van de voorspeller meetkundige kennis.

De ongestandaardiseerde ( $B$ ) en gestandaardiseerde ( $\beta$ ) regressiecoëfficiënten voor iedere groep voor iedere voorspeller bij iedere stap van de hiërarchische MRA, staan in Tabel 4.

Tabel 3

*R*,  $R^2$  en de Verandering in  $R$  voor de Drie Leeftijdsgroepen voor elke Stap van de Hiërarchische MRA waarin de GCT-totaalscore Voorspeld Wordt

Leeftijdsgroep	Model	$R$	$R^2$	$\Delta R^2$
1 ( $n = 49$ )	Stap 1 (a)	.19	.03	.03
	Stap 2 (b)	.19	.04	.00
2 ( $n = 79$ )	Stap 1	.00	.00	.00
	Stap 2	.27	.07	.07*
3 ( $n = 60$ )	Stap 1	.12	.01	.01
	Stap 2	.55	.30	.28**

Note. Voorspellers: a = leeftijd in maanden; b = leeftijd in maanden en meetkundige kennis.

## HET VERBAND TUSSEN CREATIVITEIT EN LEEFTIJD BIJ KINDEREN IN DE BOVENBOUW VAN DE BASISCHOOL

\*  $p < .05$  tweezijdig

\*\*  $p < .001$  tweezijdig

Tabel 4

*Ongestandaardiseerde (B) en Gestandaardiseerde ( $\beta$ ) Regressie Coëfficiënten voor Iedere Voorspellende Variabele voor Elke Stap van de Drie Groepen van de Hiërarchische Multipelle Regressie Analyse waarin de GCT-totaalscore Voorspeld Wordt*

Leeftijdsgroep	Variabele	B	95% BI	$\beta$
<b>Stap 1</b>				
1	Leeftijd <sup>a</sup>	-.10	[-.26, .06]	-.19
2	Leeftijd	.00	[-.12, .12]	.00
3	Leeftijd	-.07	[-.24, .09]	-.12
<b>Stap 2</b>				
1	Leeftijd	-.10	[-.26, .06]	-.19
	Kennis	-.02	[-.20, .17]	-.02
2	Leeftijd	-.02	[-.14, .10]	-.04
	Kennis	.13	[.02, .24]	.27*
3	Leeftijd	.01	[-.14, .15]	.01
	Kennis	.29	[.17, .41]	.55**

Note. Leeftijdsgroep: 1 = 108 - 118 maanden,  $n = 49$ ; 2 = 119 - 128 maanden,  $n = 79$ ; 3 = 129 - 138 maanden,  $n = 60$ .

\*  $p < .05$  tweezijdig

\*\*  $p < .001$  tweezijdig

### Discussie

In dit onderzoek is het verband tussen creativiteit en leeftijd bij kinderen in de bovenbouw van de basisschool onderzocht. Ten eerste is de relatie tussen (algemene) creativiteit en leeftijd onderzocht, gevolgd door de relatie tussen meetkundige creativiteit en leeftijd.

Uit de resultaten van het onderzoek is ten eerste gebleken dat er vrijwel geen sprake is van een verband tussen leeftijd en creativiteit. Dit is niet in overeenstemming met het merendeel van de literatuur en de door de onderzoekers opgestelde verwachting welke aangeven dat er een positief verband bestaat tussen leeftijd en creativiteit (Claxton et al., 2005; Kim, 2011; Mustafa, 2011). Een mogelijke verklaring voor dit verschil kan betrekking hebben op de vorm van dit onderzoek. Het huidige onderzoek was cross-sectioneel van aard terwijl de reeds bestaande studies die een positief verband hebben aangetoond tussen leeftijd en creativiteit longitudinaal van aard waren (Claxton et al., 2005; Kim, 2011; Mustafa, 2011). Door kinderen een lange termijn te volgen, kan de ontwikkeling van creativiteit beter in kaart worden gebracht. Dit zou het sterkere (positieve) effect kunnen verklaren dat veelal wordt gevonden tussen leeftijd en creativiteit in longitudinale onderzoeken (Claxton et al., 2005; Kim, 2011; Mustafa, 2011). Een andere methodologische verklaring voor het verschil in resultaten kan de

## HET VERBAND TUSSEN CREATIVITEIT EN LEEFTIJD BIJ KINDEREN IN DE BOVENBOUW VAN DE BASISCHOOL

leeftijdswaarden zijn waarover is getest. In het huidige onderzoek zat slechts een verschil van maximaal 30 maanden tussen de jongste en de oudste leerling, hetgeen uitkomt op nog geen drie jaar. In de bestaande literatuur was de leeftijdsrange groter en werden er doorgaans ook meer dan twee klassen onderzocht. Dit kan een mogelijke tweede verklaring zijn voor het uitblijven van een duidelijk verband in het huidige onderzoek en het optreden van verschillen tussen de literatuur en dit onderzoek.

Uit de resultaten op de tweede onderzoeksvraag is ten eerste gebleken dat er een positief verband is tussen leeftijd en meetkundige creativiteit en dat leeftijd een significant aandeel voorspelt van de variantie in meetkundige creativiteit. Dit resultaat is in overeenstemming met de hypothese dat de meetkundige creativiteit van leerlingen stijgt naarmate leerlingen ouder worden (Kim, 2011; Sak & Maker, 2006). Ten tweede lieten de resultaten zien dat het aandeel in verklaarde variantie van de voorspeller leeftijd ten opzichte van de voorspeller meetkundige kennis afneemt. De verklaarde variantie van kennis daarentegen neemt in de loop der jaren toe. Dit is in overeenstemming met de literatuur waaruit blijkt dat meetkundige kennis een sterkere voorspeller is dan leeftijd in het voorspellen van meetkundige creativiteit naarmate kinderen ouder worden hetgeen eveneens in lijn is met de opgestelde hypothese (Sak & Maker, 2006; Simonton, 2000).

Deze resultaten sluiten aan bij de bevindingen van Piaget (zoals geciteerd in Sak & Maker, 2006) die aangeeft dat leeftijd in de eerste levensjaren de belangrijkste factor is in de ontwikkeling van een kind, terwijl later in het leven de omgeving een grotere rol gaat spelen. De omgevingsinvloed, in dit geval het vergaren van meetkundige kennis, neemt met de jaren toe waardoor het mogelijk een sterkere voorspeller is dan leeftijd.

Beide deelvragen combinerend, kan gezegd worden dat uit dit onderzoek blijkt dat er geen verband lijkt te zijn tussen leeftijd en creativiteit, terwijl er wel een positief maar zeer zwak verband is tussen leeftijd en meetkundige creativiteit. De geobserveerde verschillen betreffende de bovengenoemde verband zouden mogelijk verklaard kunnen worden door de volgorde van de afname. Zo werd de afname begonnen met de 35-minuten durende GCT, gevolgd door een 25-minuten durende andere test en zij werd afgesloten met de 15-minuten durende TCT-DP (Schoevers, 2016). Aangezien de leerlingen bij het starten van de TCT-DP reeds een uur bezig waren geweest met andere testen, is het mogelijk dat de concentratie van de leerlingen bij de TCT-DP minder was, waardoor de resultaten van deze test minder betrouwbaar zouden kunnen zijn. Een andere verklaring voor het verschil in verband kan mogelijk gevonden worden in het verschil tussen domein-algemene en domein-specifieke creativiteit (Baer, 2015). Het feit dat er een positief verband is tussen leeftijd en meetkundige creativiteit, terwijl er geen verband is tussen leeftijd en algemene creativiteit, kan suggereren dat algemene creativiteit en meetkundige creativiteit verschillende concepten zijn. Dit bleek ook reeds

## HET VERBAND TUSSEN CREATIVITEIT EN LEEFTIJD BIJ KINDEREN IN DE BOVENBOUW VAN DE BASISCHOOL

uit onderzoek door Kaufman en Baer (2004) welke vonden dat MC niet correleerde met algemene creativiteit. Dat men in de loop der jaren creatiever lijkt te worden op het gebied van de meetkunde, maar niet creatiever lijkt te worden in het algemeen, kan bewijs bieden voor een domein-specifieke benadering van creativiteit.

Het huidige onderzoek draagt bij aan de theorievorming rondom de ontwikkeling van creativiteit en meetkundige creativiteit. Hoewel dit onderzoek vrijwel geen verband liet zien tussen leeftijd en creativiteit, liet het wel een duidelijker een positief verband zien tussen leeftijd en meetkundige creativiteit. Ook onderstreepte dit onderzoek het belang van meetkundige kennis in de ontwikkeling van creativiteit. Deze kennis kan gebruikt worden bij het ontwikkelen en implementeren van lesprogramma's om de (meetkundige) creativiteit van leerlingen te stimuleren. Aangezien meetkundige kennis van belang is in de ontwikkeling van creativiteit, zou een groot deel van de lesprogramma's gericht kunnen worden op het vergroten van meetkundige kennis bij de leerlingen.

Bij het interpreteren van dit onderzoek moeten echter wel wat methodologische kanttekeningen in acht worden genomen. Zo is het huidige onderzoek ten eerste cross-sectioneel van aard is. Er kan dus sprake zijn van zogeheten cohort-effecten, waardoor de zojuist gevonden verbanden tussen (meetkundige) creativiteit en leeftijd slechts tijdelijk van aard kunnen zijn. Ondanks de mogelijke cohort-effecten draagt deze studie bij aan de theorievorming rondom met name meetkundige creativiteit, aangezien het één van de eerste onderzoeken is die dit onderwerp belicht. Aangezien er een verband is gevonden tussen leeftijd en meetkundige creativiteit, is verder onderzoek naar dit onderwerp aan te raden. Het advies voor vervolgonderzoek is om het huidige onderzoek longitudinaal van aard te maken. Dit wil zeggen dat de creativiteit, meetkundige creativiteit en kennis gedurende enkele jaren bij dezelfde leerlingen getest moeten worden. Hierdoor zullen cohort-effecten uitgesloten worden.

Ten tweede zijn de betrouwbaarheid en de validiteit van zowel de GCT als de meetkundetoets betwistbaar, waardoor ook vragen kunnen ontstaan over de betrouwbaarheid en validiteit van de resultaten.

Andere methodologische beperkingen van de huidige studie zijn dat de participanten zijn verzameld middels een gemakssteekproef en dat de steekproef qua participanten-aantal niet representatief is voor de gehele Nederlandse populatie van bovenbouwleerlingen van de basisschool (Neuman, 2012). Om deze redenen zijn de resultaten van het huidige onderzoek niet te generaliseren naar de zojuist genoemde populatie. Daarom is het voor vervolgonderzoek aan te bevelen gebruik te maken van een aselechte steekproef en het aantal participanten te vergroten om de resultaten te kunnen generaliseren. Tenslotte is het aan te bevelen de leeftijdsrange van de



## HET VERBAND TUSSEN CREATIVITEIT EN LEEFTIJD BIJ KINDEREN IN DE BOVENBOUW VAN DE BASISCHOOL

participanten te vergroten. Dit zal ertoe bijdragen dat er betere uitspraken gedaan kunnen worden over het moment van implementatie van de lesprogramma's.

Al met al draagt dit onderzoek bij aan de algemene theorievorming rondom de ontwikkeling van algemene creativiteit en meetkundige creativiteit en biedt zij een mooie opstap voor vervolgonderzoek.

Referenties

- Allen, P., & Bennett, K. (2012). *SPSS statistics: A practical guide version 20.0*. Melbourne: Cengage Learning Australia Pty Limited.
- Bahar, A. K., & Maker, C. J. (2011). Exploring the relationship between mathematical creativity and mathematical achievement. *Asia-Pacific Journal of Gifted and Talented Education*, 3(1), 33-48. Geraadpleegd op [https://www.researchgate.net/publication/271699531\\_Exploring\\_the\\_Relationship\\_between\\_Mathematical\\_Creativity\\_and\\_Mathematical\\_Achievement](https://www.researchgate.net/publication/271699531_Exploring_the_Relationship_between_Mathematical_Creativity_and_Mathematical_Achievement)
- Baer, J. (1998). The Case for Domain Specificity of Creativity. *Creativity Research Journal*, 11(2), 173-177. doi:10.1207/s15326934crj1102\_7
- Baer, J. (2015). The importance of domain-specific expertise in creativity. *Roepers Review*, 37(3), 165-178. doi:10.1080/02783193.2015.1047480
- Chamberlin, S. A., & Moon, S. M. (2005). Model-eliciting activities as tool to develop and identify creativity gifted mathematicians. *Journal of Secondary Gifted Education*, 17(1), 37-47. doi:10.4219/jsge-2005-393
- Charles, R. E., & Runco, M. A. (2001). Developmental trends in the evaluative and divergent thinking of children. *Creativity Research Journal*, 13(3-4), 417-437. doi:10.1207/S15326934CRJ1334\_19
- Claxton, A. F., Pannells, T. C., & Rhoads, P. A. (2005). Developmental trends in the creativity of school-age children. *Creativity Research Journal*, 17(4), 327-335. doi:10.1207/s15326934crj1704\_4
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd edition)*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Craft, A. (2003). The limits to creativity in education: Dilemmas for the educator. *British Journal of Educational Studies*, 51, 113-127. doi:10.1111/1467-8527.t01-1-00229
- Cropley, A. (2006). In praise of convergent thinking. *Creativity Research Journal*, 18(3), 391-404. doi:10.1207/s15326934crj1803\_13
- De Caroli, M. E., & Sagone, E. (2009). Creative thinking and Big Five factors of personality measured in Italian schoolchildren. *Psychological reports*, 105(3), 791-803. doi:10.2466/PRO.105.3.791-803
- Doorn, P. K. & Rhebergen, M. P. (2006, 15 december). *Correlatie en regressie*. Geraadpleegd op 17 juni, 2017, van <http://www.let.leidenuniv.nl/history/RES/stat/html/les10.html>
- Ervynck, G. (1991). Mathematical creativity. In D. Tall (Ed.), *Advanced Mathematical Thinking* (pp. 42-53). Dordrecht: Kluwer. doi:10.1007/0-306-47203-1\_3
- Faculteit Sociale Wetenschappen, Universiteit Utrecht (2015). *Reader Testtheorie, Cursusjaar 2015-2016*. Geraadpleegd op <https://uu.blackboard.com/bbcswebdav/pid-2587955-dt-content-rid->

[7899359\\_2/courses/SW-2016-3-200600042-V/Reader%20testtheorie%202015-2016%20MTS3%20%2801%29.pdf](https://www.researchgate.net/publication/27899359_2/courses/SW-2016-3-200600042-V/Reader%20testtheorie%202015-2016%20MTS3%20%2801%29.pdf)

- Haylock, D. (1987). A framework for assessing mathematical creativity in school children. *Educational Studies in Mathematics*, 18(1), 59–74. doi:10.1007/bf00367914
- Hong, E., & Agui, Y. (2004). Cognitive and motivational characteristics of adolescents gifted in mathematics: Comparisons among students with different types of giftedness. *Gifted Child Quarterly*, 48, 191-201. doi:10.1177/001698620404800304
- Hong, E., & Agui, Y. (2004). Cognitive and motivational characteristics of adolescents gifted in mathematics: Comparisons among students with different types of giftedness. *Gifted Child Quarterly*, 48, 191-201. doi:10.1177/001698620404800304
- Hosseini, A. S. (2014). The effect of creativity model for creativity development in teachers. *International Journal of Information and Education Technology*, 4(2), 138. doi: 10.7763/IJiet.2014.V4.385
- Kaufman, J. C., & Baer, J. (2004). Sure, I'm creative—But not in mathematics!: Self-reported creativity in diverse domains. *Empirical Studies of the Arts*, 22(2), 143-155. doi:10.2190/26HQ-VHE8-GTLN-BJMM
- Kim, K. H. (2011). The creativity crisis: The decrease in creative thinking score on the Torrance Tests of Creative Thinking. *Creativity Research Journal*, 23, 285-295. doi:10.1080/10400419.2011.627805
- Kim, K. H., Cramond, B., & Bandalos, D. L. (2006). The latent structure and measurement invariance of scores on the Torrance Tests of Creative Thinking Figural. *Educational and Psychological Measurement*, 66(3), 459-477. doi:10.1177/0013164405282456
- Kroesbergen, E. (2017). Creatief rekenen-wiskunde in de basisschool. In M. van Zanten (Ed.), *Rekenen-wiskunde in de 21e eeuw: Ideeën en achtergronden voor primair onderwijs* (pp. 209-214). Utrecht/ Enschede: Panama.
- Kuhn, J. T., & Holling, H. (2009). Measurement invariance of divergent thinking across gender, age, and school forms. *European Journal of Psychological Assessment*, 25, 1-7. doi:10.1027/1015-5759.25.1.1.
- Kwon, O. N., Park, J. S., & Park, J. H. (2006). Cultivating divergent thinking in mathematics through an open-ended approach. *Asia Pacific Education Review*, 7(1), 51-61. doi:10.1007/bf03036784
- Leikin, R. (2009). Exploring mathematical creativity using multiple solution tasks. In R. Leikin, A. Berman & B. Koichu (Eds.), *Creativity in mathematics and the education of gifted students* (pp. 129-145). Rotterdam: Sense Publisher.

## HET VERBAND TUSSEN CREATIVITEIT EN LEEFTIJD BIJ KINDEREN IN DE BOVENBOUW VAN DE BASISCHOOL

- Levav-Waynberg, A., & Leikin, R. (2012). The role of multiple solution tasks in developing knowledge and creativity in geometry. *The Journal of Mathematical Behavior*, 31(1), 73-90. doi: 10.1016/j.jmathb.2011.11.001
- Levenson, E. (2011). Exploring Collective Mathematical Creativity in Elementary School. *The Journal of Creative Behavior*, 45(3), 215–234. doi: 10.1002/j.21626057.2011.tb01428.x
- Liljedahl, P., & Sriraman, B. (2006). Musings on mathematical creativity. *For The Learning of Mathematics*, 26(1), 17-19. Geraadpleegd op [http://www.jstor.org.proxy.library.uu.nl/stable/40248517?seq=3#page\\_scan\\_tab\\_contents](http://www.jstor.org.proxy.library.uu.nl/stable/40248517?seq=3#page_scan_tab_contents)
- Mann, E. L. (2005). *Mathematical creativity and school mathematics: Indicators of mathematical creativity in middle school students*. (Doctoral dissertation, University of Connecticut). Geraadpleegd op [http://www.fisme.science.uu.nl/publicaties/literatuur/2005\\_mann\\_creativity.pdf](http://www.fisme.science.uu.nl/publicaties/literatuur/2005_mann_creativity.pdf)
- Mann, E. L. (2006). Creativity: The essence of mathematics. *Journal for the Education of the Gifted*, 30(2), 236-260. doi:10.4219/jeg-2006-264
- Masten, A. S., & Cicchetti, D. (2010). Developmental cascades. *Development and Psychopathology*, 22, 491- 495. doi: 10.1017/S0954579410000222
- Menard, S. (1995). *Applied logistic regression analysis. Sage university paper series on quantitative applications in the social sciences*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Mustafa, S. Z. B. S. (2011). *Creative Thinking Ability of Primary School Children in Kuching, Sarawak* (Doctoral dissertation, Universiti Malaysia Sarawak). Geraadpleegd op [http://www.academia.edu/2361761/Creative\\_Thinking\\_Ability\\_of\\_Primary\\_School\\_Children\\_in\\_Kuching\\_Sarawak](http://www.academia.edu/2361761/Creative_Thinking_Ability_of_Primary_School_Children_in_Kuching_Sarawak)
- Nadjafikhah, M., Yaftian, N., & Bakhshalizadeh, S. (2011). Mathematical creativity: Some definitions and characteristics. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 31, 285-291. doi:10.1016/j.sbspro.2011.12.056
- Nederlandse Vereniging van Pedagogen en Onderwijskundigen (2017). *Beroepscode van de NVO*. Geraadpleegd op [https://www.nvo.nl/bestanden/Bestanden\\_nieuwe\\_website\\_2015\\_-\\_2016/Beroepscode-en-tuchtrecht/7124-1/NVO-beroepscode\\_2017.pdf](https://www.nvo.nl/bestanden/Bestanden_nieuwe_website_2015_-_2016/Beroepscode-en-tuchtrecht/7124-1/NVO-beroepscode_2017.pdf)
- Neuman, W. L. (2012). *Understanding Research*. New York: Pearson Education.
- Piaget, J. (1964). Part I: Cognitive development in children: Piaget development and learning. *Journal of research in science teaching*, 2(3), 176-186. doi: 10.1002/tea.3660020306
- Runco, M. A. (2004). Creativity. *The Annual Review of Psychology*, 55, 657-687. doi: 10.1146/annurev.psych.55.090902.141502

## HET VERBAND TUSSEN CREATIVITEIT EN LEEFTIJD BIJ KINDEREN IN DE BOVENBOUW VAN DE BASISCHOOL

- Runco, M. A., & Acar, S. (2012). Divergent thinking as an indicator of creative potential. *Creativity Research Journal*, 24(1), 66–75, 2012.  
doi: 10.1080/10400419.2012.652929
- Runco, M. A., & Okuda, S. M. (1991). The instructional enhancement of the flexibility and originality scores of divergent thinking tests. *Applied Cognitive Psychology*, 5(5), 435-441. doi: 10.1002/acp.2350050505
- Sak, U. & Maker, C. J. (2006). Developmental variation in children's creative mathematical thinking as a function of schooling, age, and knowledge. *Creativity Research Journal*, 18(3), 279-291. doi: 10.1207/s15326934crj1803\_5
- Schoevers, E. (2016). *Dataverzameling pilotonderzoek meetkunst*. Geraadpleegd op <https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox/15b623878d98de88?projector=1>
- Schoevers, E.M. & Kroesbergen, E.H. (2017). Enhancing creative problem solving in an integrated visual art and geometry program: A pilot study. In D. Pitta-Pantazi (Ed.), *The 10th Mathematical Creativity and Giftedness International Conference - proceedings* (pp. 27-32). Nicosia, Cyprus: Department of Education, University of Cyprus.
- Silver, E.A. (1997). Fostering creativity through instruction rich in mathematical problem solving and problem posing. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 29(3), 75-80. doi: 10.1007/s11858-997-0003-x
- Simonton, D. K. (2000). Creativity: Cognitive, personal, developmental, and social aspects. *American Psychologist*, 55(1), 151-158.  
doi: 10.1037//0003066X.55.1.151
- Sriraman, B. (2004). The characteristics of mathematical creativity. *The Mathematics Educator*, 14(1), 19–34. doi: 10.1007/s11858-008-0114-z
- Torrance, E. P. (1968). A longitudinal examination of the fourth-grade slump in creativity. *Gifted Child Quarterly*, 12, 195–199. doi: 10.1177/001698626801200401
- Urban, K. K., & Jellen, H. G. (1996). *Test for Creative Thinking – Drawing Production (TCT-DP)*. Lisse: Swets & Zeitlinger.
- Wang, A. Y. (2007). *Contexts of creative thinking: Teaching, learning and creativity in Taiwan and the United States*. Ann Arbor, MI: ProQuest.
- Weinstein, E. C., Clark, Z., DiBartolomeo, D. J., & Davis, K. (2014). A decline in creativity? It depends on the domain. *Creativity Research Journal*, 26(2), 174-184.  
doi: 10.1080/10400419.2014.901082
- Wolanska, R., & Nečka, E. (1990). *Psychometric characteristics of Urban and Jellen's Test for Creative Thinking-Drawing Production (TCT-DP)*. Poster presented at the 2nd ECHA-conference, Budapest.

HET VERBAND TUSSEN CREATIVITEIT EN LEEFTIJD BIJ KINDEREN IN DE BOVENBOUW VAN  
DE BASISCHOOL

Wu, C. H., Cheng, Y., Ip, H. M., & McBride-Chang, C. (2005). Age differences in creativity:  
Task structure and knowledge base. *Creativity Research Journal*, 17, 321-326.  
doi: 10.1207/s15326934crj1704\_3