

Meetkunst in de basisschool: effecten van een combinatie van meetkunde en kunstonderwijs¹

Evelyn Kroesbergen, Eveline Schoevers, Ronald Keijzer, Vincent Jonker en Monica Wijers

Het NRO-project Meetkunst draaide om een verbinding tussen kunstzinnige oriëntatie en rekenen/wiskunde (onderdeel meetkunde) in de bovenbouw van het basisonderwijs. Evelyn Kroesbergen, Eveline Schoevers, Ronald Keijzer, Vincent Jonker en Monica Wijers onderzochten of deze combinatie de creativiteit bij probleemoplossing en de rekenvaardigheden van de leerlingen ten goede kwam. In dit artikel beschrijven ze de effecten van de ontwikkelde lessen en nascholing.

1 Dit artikel is een verkorte bewerking van het onderzoeksrapport *Meetkunst. Eindrapportage van het onderzoek 'Meetkunde uit de kunst in de klas'*. (Meetkunst Projectteam, 2018). Meetkunst is een door NRO gefinancierd onderzoek, projectnummer 405-15-547.

In het basisonderwijs in Nederland is veel aandacht voor reken/wiskundevaardigheden en de didactiek daarvan. De nadruk in de lessen en de toetsing ligt op de verwerving van basisvaardigheden (o.a. Jansen, Van der Schoot, & Hemker, 2005). Nederlandse leraren volgen de reken/wiskundemethode in het algemeen nauwgezet (Meelissen, Netten, Drent, Punter, Droop, & Verhoeven, 2012). Opdrachten in deze methoden zijn doorgaans behoorlijk voorgestructureerd, met weinig ruimte voor de creativiteit van leerlingen (Keijzer & Van Galen, 2014). Maar creativiteit, niet voor niets een van de zogenoemde 21e-eeuwse vaardigheden, is belangrijk voor het kunnen oplossen van problemen, juist ook in het domein rekenen/wiskunde (Hadamard, 1996; Kolovou & Van den Heuvel-Panhuizen, 2009).

Leraren vinden het lastig om creativiteit een plaats te geven in de reken/wiskundelessen. Creativiteit is een vertrouwd thema binnen het domein van de kunsten, maar in het basisonderwijs is er voor kunstzinnige oriëntatie vaak relatief weinig aandacht en tijd. Ook is aandacht voor creativiteitsontwikkeling lang niet altijd vanzelfsprekend in het kunstonderwijs op basisscholen (Verlaan, 2012). Meetkunst is gestart om hierin verandering te brengen: dit project legt een verbinding tussen creativiteit, reken/wiskundeonderwijs en kunstonderwijs in de basisschool. Door de integratie van beeldende kunst en rekenen/wiskunde komt er, zo was de gedachte, meer aandacht voor kunstonderwijs en voor creativiteit binnen de reken/wiskundelessen. Meetkunst biedt daarmee kansen voor het doordenken van deze vakintegratie.

Een tweede doel van Meetkunst was om met creativiteit te werken aan de curriculumdoelen voor beeldende kunst en rekenen/wiskunde. Creativiteit was dus zowel een doel als een middel in het project. Er is een lessenserie voor leerlingen en een nascholing voor leerkrachten ontwikkeld. In dit artikel beschrijven we de effecten daarvan: gaan leerlingen vooruit in meetkundig vermogen (begrip, gebruik van meetkundige begrippen en creativiteit), en het observeren en beschrijven van meetkundige aspecten in beeldende kunstwerken? Maar eerst gaan we kort in op de rol van creativiteit in het onderwijs en op eerder onderzoek naar de integratie van kunst- en reken/wiskundeonderwijs.

Creativiteit

Creativiteit is belangrijk voor de ontwikkeling van reken/wiskundevaardigheden (Leikin, Koichu, & Berman, 2009). Alhoewel er vele definities van creativiteit bestaan, geven de meeste aan dat creativiteit een complex construct is en te maken heeft met het creëren van iets nieuws/origineels en betekenisvol (Kim, 2011; Quinn, Schweingruber, & Keller, 2005; Voogt & Pareja Roblin, 2010; Runco & Jaeger, 2012). In onderwijs wordt creativiteit vaak gerelateerd aan het creëren van nieuwe en betekenisvolle inzichten, interpretaties en oplossingen (Kaufman & Beghetto, 2009). Een creatief idee, oplossing of product is het resultaat van een creatief proces waarin leerlingkenmerken (zoals interesse,

openheid), cognitieve processen (zoals divergent en convergent denken (Guilford, 1967)), gedrag en de materiële en sociale omgeving interacteren (Glăveanu, 2013; Isaksen, Dorval, & Treffinger, 2011).

Hoewel creativiteit in het verleden beschouwd werd als iets mystieks en aangeborens, geldt het tegenwoordig veel meer als een vaardigheid die je kunt verwerven en ontwikkelen, net als andere vaardigheden, ook binnen het domein rekenen/wiskunde (McWilliam, 2009). Wel zijn er individuele verschillen tussen kinderen. Vooral kinderen die goed zijn in rekenen/wiskunde scoren hoog op creativiteitstesten (Kattou, Kontoyianni, Pitta-Pantazi, & Christou, 2013; Schoevers & Kroesbergen, 2017).

Binnen creativiteit onderscheidt men vaak flexibiliteit, vlotheid en originaliteit (Runco, 2004; Torrance, 2008). Leikin en collega's beschrijven hoe deze aspecten van creativiteit te verbinden zijn met verschillende fasen in het oplossen van reken/wiskundeproblemen (oriënteren, plannen, uitvoeren, controleren). Tijdens deze fasen vinden verschillende activiteiten plaats, die niet alleen op effectiviteit (correctheid van de oplossing of hoeveelheid goede oplossingen) te beoordelen zijn, maar ook op creativiteit, zoals het gebruik van alternatieve wiskundige benaderingen, de hoeveelheid verschillende benaderingen (flexibiliteit) en gebruik en aantal onconventionele benaderingen (originaliteit). Ook kan gekeken worden naar het aantal en de originaliteit van representaties, zoals verbaal/logisch redeneren, maken van een plaatje, gebruik van grafiek, of formule. Kinderen worden beter in rekenen/wiskunde als zij leren zoeken naar andere aanpakken als een eerste aanpak niet werkt of als ze een eerste aanpak willen controleren (Leikin et al., 2009).

In kunstonderwijs is de rol van creativiteit vaak duidelijker zichtbaar. Zo doorlopen leerlingen bij beeldende kunstonderwijs vaak een (cyclisch) creatief proces met als belangrijkste aspecten: oriënteren, onderzoeken, uitvoeren en evalueren en als belangrijke tweede laag reflectie: denken en praten over een kunstwerk tijdens of na het maken ervan (Haanstra, 2014; SLO, z.j.), zie figuur 1.

Figuur 1. Het cyclische creatieve proces (SLO, z.j.)



Een belangrijk element bij creativiteit is loskomen van bestaande denkkaders en vaststaande ideeën, ook wel fixatie-effecten genoemd (Smith, 1995). Door het kunstonderwijs te integreren met het reken/wiskundeonderwijs kan men het creatieve proces bevorderen, juist doordat kunst leerlingen kan helpen vanuit een ander denkkader naar rekenen/wiskunde te kijken en los te komen van bestaande ideeën of al bekende oplossingswijzen en procedures (Schoevers, Leseman, Slot, Bakker, Keijzer, & Kroesbergen, forthcoming).

Meetkunde- en beeldende kunstonderwijs

Het Meetkunst-onderzoek heeft zich gericht op een specifiek subdomein binnen het vak rekenen/wiskunde, namelijk meetkunde. Hierin staan aspecten als ervaren, verklaren en verbinden centraal (De Moor, Janssen, Kraemer, & Menne, 1997; Gravemeijer, Figueirido, Feijs, Van Galen, Keijzer, & Munk, 2007; Van den Heuvel-Panhuizen & Buys, 2004). In de meetkunde op de basisschool komen deze aspecten naar voren in vijf deelgebieden: (1) oriëntatie in de ruimte, (2) viseren en projecteren, (3) transformeren, (4) construeren, en (5) visualiseren en representeren. Meetkunde in de basisschool bestaat goeddeels uit het meetkundig verkennen van de wereld in de eigen omgeving. Het krijgt, hoewel van aanzienlijk belang voor het verkennen van de wereld, veel minder aandacht dan leren rekenen met getallen. Bij het meetkundig verkennen van de wereld ligt de verbinding met beeldende kunst voor de hand, gezien de sterke relatie tussen meetkunde en beeldende kunst (Van der Blij, Jonker, & De Moor, 1995; Chehlarova & Evgenia, 2010). Deze relatie kan ook in het onderwijs op allerlei manieren vorm krijgen.

Ook bekeken vanuit kunsteducatie ligt een combinatie voor de hand. Door kunstwerken te beschouwen en te bespreken leren leerlingen visuele aspecten te observeren en analyseren. Door meetkundige kennis kunnen ze dit beter in woorden uitdrukken. Denk bijvoorbeeld aan de beschrijving van vormen en patronen of aan plaatsing in de ruimte. Dit kan door visuele denkstrategieën te gebruiken (Housen, 2002), bijvoorbeeld door je af te vragen waarom een man op een schilderij groter kan zijn dan een huis (bijvoorbeeld 'De Marskramer' van Jheronimus Bosch) en hoe je beredeneert dat dat een correcte voorstelling is.

Als de beide invalshoeken van rekenen/wiskunde en kunsteducatie gecombineerd gebruikt worden kunnen de twee domeinen (rekenen/wiskunde en kunsteducatie) elkaar versterken.

Eerder onderzoek

In de wetenschappelijke literatuur vonden we zeventien kwantitatieve en kwalitatieve studies over de onderwijsopbrengsten van een geïntegreerd

meetkunde- en beeldende kunstprogramma. Er zijn echter geen Nederlandse onderzoeken bekend. Bovendien is het door de grote diversiteit aan methodologische designs lastig om een goed beeld te krijgen van de effectiviteit van deze programma's. Wat naar voren lijkt te komen, is dat geïntegreerde onderwijsprogramma's kunnen leiden tot een dieper wiskundig begrip bij leerlingen (bijvoorbeeld Jarvis, 2001), meer wiskundige kennis (bijvoorbeeld Finnan-Jones, Murphy, Sinatra, & Parmar, 2015; Harloff, 2011) en meer motivatie (bijvoorbeeld Rachford, 2011). Daarnaast lijken de programma's het leren in beeldende kunst (bijvoorbeeld Consentino & Shaffer, 1999; Rachford, 2011), meetkundig vocabulaire (bijvoorbeeld Finnan-Jones et al., 2007) en visueel probleem oplossen (Consentino & Shaffer, 1999) te bevorderen en zijn leerlingen zich meer bewust van de verbanden tussen de vakken (bijvoorbeeld Rachford, 2011). Maar deze effecten moet men voorzichtig interpreteren, omdat de onderzoeksdesigns van deze studies niet altijd van goede kwaliteit zijn.

De studies noemen verschillende elementen die bijdragen aan de effectiviteit van de leeromgevingen, maar dit lijken meer algemene didactische elementen te zijn dan specifieke elementen voor de combinatie van kunst- met reken/wiskundeonderwijs. Bovendien staan de werkende mechanismen niet beschreven. Een genoemd element was het bieden van vrijheid aan leerlingen voor zowel hun leeractiviteiten als hun producten, omdat dit zou leiden tot meer motivatie en betrokkenheid (bijvoorbeeld Consentino & Shaffer, 1999). Daarnaast waren open en praktische opdrachten belangrijk, omdat deze zouden bijdragen aan meer en diepere kennis van wiskundige concepten (bijvoorbeeld Jarvis, 2001; Rachford, 2011). Andere beschreven effectieve elementen betreffen bijvoorbeeld voldoende tijd voor een opdracht (Jarvis, 2001), het bieden van voorbeelden (Consentino & Shaffer, 1999), taken die communicatie en vocabulaire bevorderen (bijvoorbeeld Jarvis, 2001), het gebruik van digitale middelen (Grzegorzcyk & Stylianou, 2006), het enthousiasmerend aanbieden van opdrachten en nascholing voor leerkrachten (Jarvis, 2001; Jacobson & Lehrer, 2000). Deze elementen zijn specifiek van belang voor de motivatie en meetkundig begrip en vocabulaire van leerlingen, maar blijken voor leraren niet altijd makkelijk te realiseren.

Opzet Meetkunst-onderzoek

Doel van Meetkunst was zoals vermeld tweeledig: het bevorderen van creativiteit in het reken/wiskunde- en beeldende kunstonderwijs en creativiteit benutten om te werken aan de curriculumdoelen van beeldende kunst en het reken/wiskundeonderwijs. Er is een lessenserie voor groep 6 tot en met 8 ontworpen en ingezet, waarin probleemoplossen en creativiteit centraal stonden en waarin meetkunde- en beeldende kunstonderwijs zijn geïntegreerd.

Deze lessenserie sluit aan bij de kerndoelen en is geïnspireerd door het onderwijsprogramma van Museum Boijmans van Beuningen waarin ook een verbinding is met rekenen/wiskunde. Om leerkrachten in het gebruik van dit lesmateriaal te ondersteunen is een scholingsprogramma ontworpen.

Method

De effecten van de nascholing en lessenserie zijn gemeten met een quasi-experimenteel design met een voor- en nameting en drie condities: (1) de Meetkunst-lessen met nascholing voor de leerkrachten, (2) de Meetkunst-lessen zonder nascholing en (3) een vergelijkingsgroep met een serie meetkundelessen volgens de reguliere methode.

Participanten en procedure

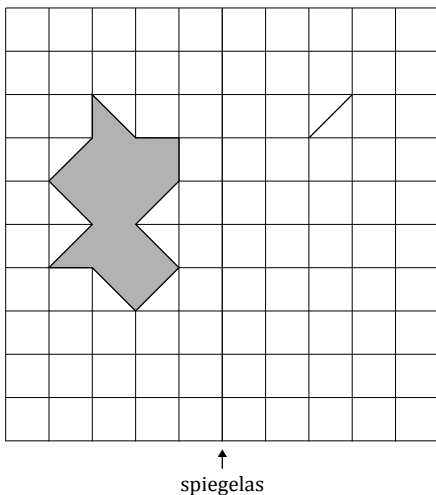
Aan de effectstudie hebben totaal 2712 leerlingen uit de groepen 5, 6, 7 en 8 van zestig scholen verdeeld over heel Nederland deelgenomen. De scholen zijn via flyers, mailings en telefonisch contact geworven en kregen een financiële vergoeding voor deelname. In conditie 1 hebben 33 klassen meegedaan (801 leerlingen), in conditie 2 ook 33 (811 leerlingen) en in conditie 3 45 klassen (1100 leerlingen). De ouders van de leerlingen hebben passief toestemming gegeven.

In september en oktober 2017 deden we op de deelnemende scholen een voormeting en in januari en februari 2018 een nameting. Bij de nameting is ook gevraagd naar hun ervaringen met en mening over de nascholing en lessenserie. De leerlingen hebben bij de voor- en nameting vier toetsen gemaakt die hun meetkundekennis, creativiteit in de meetkunde, kunstbeschouwingsvaardigheden en kennis van meetkundetaal meten. De afname duurde in totaal anderhalf uur. Het onderzoek is goedgekeurd door de Ethische commissie van de Faculteit Sociale Wetenschappen van de Universiteit Utrecht (FETC15-083).

Meetkundetoets

Om de vooruitgang in meetkundig begrip te testen is een toets samengesteld met vier gesloten vragen over visualisatie en zeven open opgaven waarin leerlingen vragen moesten beantwoorden over een schilderij. Hieronder staat een voorbeeld van een item uit deze toets (figuur 2).

*Figuur 2. Voorbeeld van een toetsitem uit de meetkundetoets van Meetkunst.
Vraag 2: Spiegelen: Maak de figuur aan de rechterkant af*



Geometrische Creativiteits Test (GCT)

De GCT is gebaseerd op de Mathematical Creativity Test zoals beschreven in Schoevers, Kattou en Kroesbergen (2018). De test bestaat uit vier open problemen die om verschillende antwoorden vragen en een probleem waarbij de leerling zelf een vraag moet formuleren.

Meetkundige beelddaspecten in kunst

In een kunstbeschouwingstaak moesten leerlingen zoveel mogelijk opschrijven over een schilderij, aan de hand van drie vragen: Wat gebeurt er? Waaraan kun je dat zien? Wat kun je nog meer ontdekken? (zie ook Housen, 2002). De antwoorden zijn op vier aspecten, gerelateerd aan meetkunde, gescoord: ruimte, ruimtesuggestie, vorm en compositie. Het aantal keer dat elk aspect voorkwam, is gedeeld door het totaal aantal opgeschreven woorden.

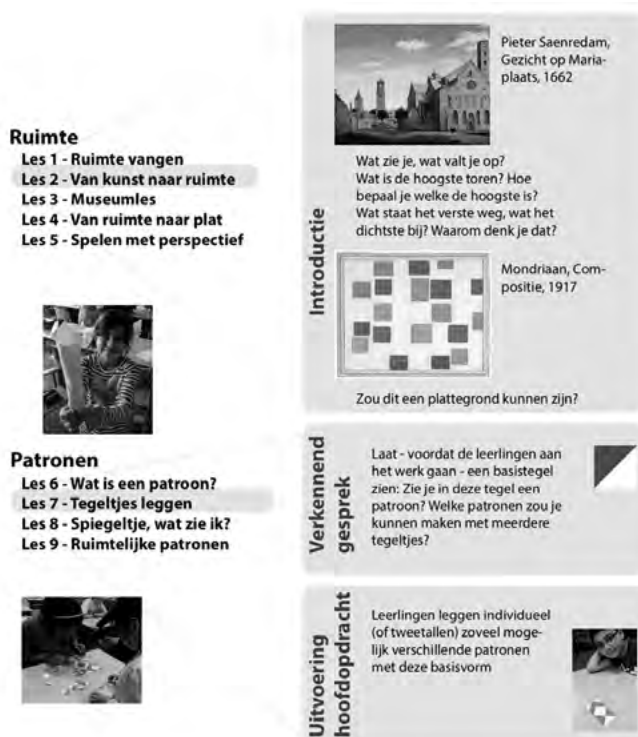
Lessenserie

Voor het onderzoek is gewerkt met twee lessenseries: de Meetkunst-lessenserie (voor de experimentele groepen) en een lessenserie met opgaven uit reguliere reken/wiskundemethoden (voor de vergelijkingsgroep). Voor de Meetkunst-lessenserie zijn twee specifieke thema's gekozen: ruimte en patronen. Het gaat hier om inhouden die aansluiten bij het kerndoel voor meetkunde en waarin de vijf genoemde aspecten van meetkunde goed aan bod komen. In reguliere methodelessen over meetkunde komen deze aspecten in het algemeen ook naar voren, maar deze methodelessen zijn veelal

gesloten van aard (Kolovou & Van den Heuvel-Panhuizen, 2009). De Meetkunstlessen worden daarentegen gekenmerkt door een didactiek voor onderzoekend leren en creatief probleemoplossen.

De lessenserie bestaat uit negen lessen, waaronder een les die buiten plaatsvindt of in een museum. Vijf lessen beslaan het thema ruimte en vier het thema patronen (zie figuur 3). Elke les (60-90 minuten) kent een vaste opbouw en begint met een klassikale introductie (15-25 minuten) waarin leerlingen samen één of meer werken uit de beeldende kunst beschouwen en bespreken. Hierin komen onder meer aspecten op het snijvlak van meetkunde en kunst aan bod, zoals perspectief, constructies, diepte, ruimte, verhoudingen, (spiegel)symmetrie en patronen. Na deze introductie volgt een praktische opdracht (25-30 minuten) waarbij leerlingen zelf een kunstwerk maken, waarbij ze eerst aan de hand van een onderzoeksvraag ideeën genereren, deze evalueren op bruikbaarheid en uitvoerbaarheid en vervolgens uitvoeren. De les wordt steeds afgesloten met een klassikale nabespreking (10 minuten), waarin de leerlingen samen reflecteren op het (creatieve) proces en de producten (kunstwerken) en terugkomen op de onderzoeksvraag. Het onderzoekend leren is vooral zichtbaar in de introductie en nabespreking. Hierbij ligt de focus voornamelijk op het leerproces in plaats van op het uiteindelijke product.

Figuur 3. Opbouw en voorbeelden van de Meetkunst-lessenserie



Uit de evaluatie onder leerkrachten bleek dat de meesten het erg leuk vonden om de lessen te geven, de lessen leuk en relevant vonden en dat hun leerlingen erg betrokken waren bij de lessen. De handleiding was erg duidelijk en de meeste leerkrachten konden daardoor de lessen ook prima geven. Slechts 19% vond het moeilijk om de lessen te geven; ze weten dit aan hun eigen ervaring en de ervaring van hun leerlingen met dit soort lessen. Het was voor hen wennen om op een andere manier naar meetkunde en kunst te kijken, en om kinderen vragen te stellen over kunstwerken. Andere veel genoemde redenen waarom leerkrachten moeite hadden met het geven van de lessen, waren de lesduur (die vaak langer was dan in de handleiding stond) en de benodigde voorbereiding (inlezen, materialen). Een enkele leerkracht noemt ook dat de lesdoelen niet altijd duidelijk waren, dat leerlingen moeilijk te motiveren waren, dat het leggen van de link tussen meetkunde en kunst lastig was en dat orde houden door de vrije opdrachten lastiger was.

Nascholing

Het nascholingsprogramma bestond uit vijf sessies van 2,5 uur, gegeven door experts in rekenen/wiskunde en beeldende kunst. Na elke sessie moesten leerkrachten een of twee lessen uit de Meetkunst-lessenserie geven op hun eigen school. Het doel van de nascholing was om hen te trainen creatief denken van leerlingen te stimuleren en een positieve houding tegenover meetkunde, beeldende kunst en de integratie van beide te ontwikkelen. Ook beoogde het programma de meetkundige en didactische kennis over meetkunde en kunstonderwijs te vergroten. Actief leren gold daarbij als belangrijk en daarom gebruikten de experts interactieve methoden, zoals het zelf ervaren van Meetkunst-lessen, bekijken van videofragmenten van andere docenten of het maken van een hypothetisch leertraject. De sessies werden steeds afgesloten met een discussie van en reflectie op deze activiteiten.

In de evaluatie van de nascholing zeiden deelnemers het te waarderen als ze zelf aan de slag mochten gaan. Zo vonden de nascholers en de meeste leerkrachten dat de nascholing geholpen had bij het geven van de lessenserie.

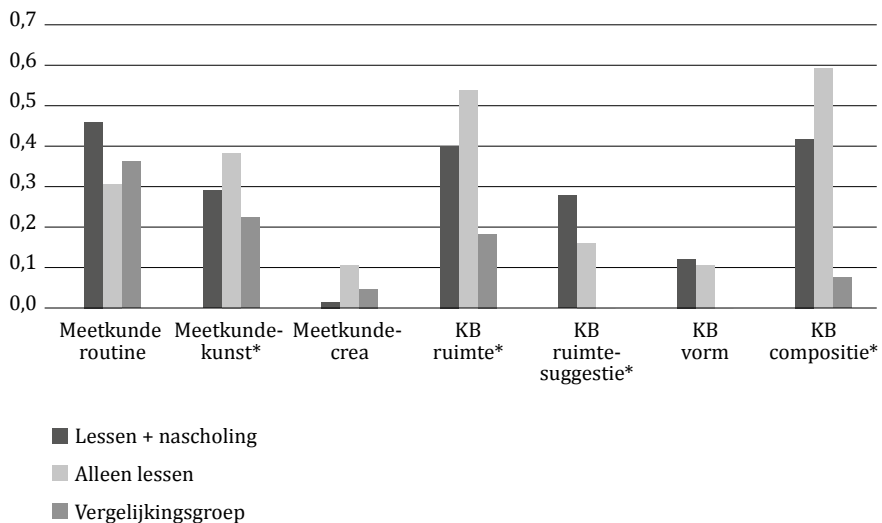
Een groot deel van de leerkrachten die geen nascholing hadden gevolgd, misten juist begeleiding bij het geven van de lessenserie. Specifiek misten zij achtergrondinformatie over de lessenserie, kennis over kunst, hulp bij het goed toepassen van meetkundige termen en het begeleiden van en vragen stellen aan leerlingen.

Of ze nou wel of geen nascholing hadden gevolgd, veel leerkrachten gaven aan dat hun houding jegens meetkunde- en kunstonderwijs veranderd was door het Meetkunst-project. Ze zeiden anders te kijken naar kunst, het integreren van meetkunde en kunstbeschouwen en dat zowel zij als hun leerlingen plezier hadden beleefd aan de lessen.

Resultaten

Figuur 4 toont de vooruitgang per toets weergegeven voor de drie condities. Een overzicht van de scores op de voor- en nameting is te vinden in bijlage 1. Om te toetsen of de leerlingen significant vooruit zijn gegaan tijdens de Meetkunst-lessenserie (weergegeven met * in figuur 4), zijn multilevel regressieanalyses uitgevoerd, waarbij is gecontroleerd voor groep, sekse en SES. Daarnaast is gekeken of de nascholing een toegevoegde waarde had op de resultaten van de leerlingen. De resultaten van deze analyses staan in bijlage 2.

Figuur 4. Gemiddelde vooruitgang tijdens de lessenserie, weergegeven in d: (gemiddelde op nameting – gemiddelde op voormeting) / standaarddeviatie



Op de standaard meetkundetoets gingen de drie groepen evenveel vooruit. Voor de meetkundekennis in specifieke kunstcontexten deden leerlingen die Meetkunst-lessen hadden gevolgd het beter dan leerlingen uit de vergelijkingsgroep. We vonden hier geen effect van de nascholing. Ook bij de geometrische creativiteitstaak gingen alle groepen gemiddeld evenveel vooruit.

Bij de kunstbeschouwingstaak is gekeken naar de vier verschillende beeldaspecten. De analyses tonen aan dat leerlingen in alle groepen meer meetkundige aspecten (namelijk ruimte, ruimtesuggestie en compositie) benoemden bij het beschrijven van kunst op de nameting. Dit was niet het geval voor het aspect vorm. Bij de eerste drie aspecten vonden we de grootste vooruitgang bij de leerlingen uit de Meetkunst-lessen. Ook hier zagen we

geen effect voor nascholing. De leerlingen die de experimentele lessenserie hebben gevolgd, zijn dus op vier van de zeven gemeten componenten meer vooruit gegaan dan de leerlingen die de reguliere lessenserie hebben gevolgd.

Conclusie en discussie

De effecten van het Meetkunst-project zijn in deze quasi-experimentele studie in drie groepen onderzocht: (1) Meetkunst-lessenserie plus nascholing, (2) Meetkunst-lessenserie zonder nascholing en (3) reguliere meetkundelessen. Het Meetkunst-programma bleek niet te leiden tot meer meetkunde-kennis, maar wel tot het vaker benoemen en beschrijven van meetkundige aspecten in een schilderij.

In alle groepen gingen leerlingen vooruit in meetkundig begrip en meetkundige creativiteit. Het Meetkunst-programma bracht hierin weinig verschil. Dat er geen verschil is gevonden bij creativiteit, zou kunnen komen doordat leerlingen onvoldoende werden getraind in het oplossen van meetkundige problemen op verschillende manieren. Maar het zou ook kunnen dat de serie meetkundelessen van de vergelijkingsgroep onbedoeld als een interventie fungeerde, aangezien leerkrachten deze lessen gaven als een achter-eenvolgende serie uitsluitend over meetkunde, wat niet gebruikelijk is in de reguliere rekenmethoden. Bovendien vertelden de leerkrachten meer ruimte dan gebruikelijk te geven aan interactie met leerlingen. Er waren overigens wel verschillen tussen klassen, dus een groepsverschil, in de mate van vooruitgang in meetkundig begrip en meetkundige creativiteit. Dit zou bijvoorbeeld kunnen liggen aan hoe de leerkracht de lessen implementeert, maar dat kunnen we met de huidige onderzoeksopzet niet vaststellen.

Hoewel we op de standaardmeetkundevragen geen verschil vonden tussen condities, was dat wel het geval bij de vragen over kunst. Ook zagen we dat leerlingen in het Meetkunst-programma significant meer meetkundige aspecten benoemden in kunst. Leerlingen uit de nascholingsconditie deden het niet beter dan leerlingen van leerkrachten die het Meetkunst-programma aanboden zonder nascholing. Het aspect vorm kreeg in de lessen wat minder aandacht dan de andere aspecten, wat mogelijk verklaart waarom leerlingen hierin niet significant vooruit gingen.

In het algemeen zien we dus dat de Meetkunst-lessen even effectief zijn als reguliere meetkundelessen, mits deze laatste als een aaneengesloten serie worden gegeven. Dit lijkt wellicht wat teleurstellend, maar dat is zeker niet het geval. Ten eerste omdat de gehanteerde controleconditie een zeer sterke controle bleek, omdat deze lessen gebaseerd zijn op de reguliere best-practice-methode: korte directe instructie met uitgebreide inoefening door

de leerlingen. Dat de Meetkunst-lessen, die meer open zijn en waarin ook ruimte was voor andere aspecten dan alleen de meetkunde, even effectief zijn is dus een positief gegeven. Ook in de Meetkunst-lessen kregen de leerlingen betere meetkundevaardigheden.

Dat sluit aan bij eerder onderzoek, waar een vooruitgang werd gevonden in reken/wiskundebegrip (Jarvis, 2001) en reken/wiskundige kennis (Finnan-Jones, Murphy, Sinatra, & Parmar, 2015; Harloff, 2011). Maar ook in onze studie konden we niet aantonen dat een combinatie van kunst- en reken/wiskundeonderwijs tot meer inzicht in en kennis van rekenen/wiskunde leidt. Wel hebben de Meetkunst-lessen positieve effecten gehad voor het zien van meetkundige aspecten in kunst. Samenwerkend leren draagt dus door de inhoudelijke interactie bij aan het ontwikkelen van begrip en vaktaal. Tot slot is het goed om op te merken dat de leerlingen in de vergelijkingsgroep ook meer meetkunde-instructie hebben gekregen dan in het reguliere curriculum.

Concluderend kunnen we zeggen dat de Meetkunst-lessen een goede en motiverende manier blijken om de meetkundevaardigheden van de leerlingen te versterken. Deze lessen zijn net zo effectief voor de meetkundekennis als 'traditionele' lessen, maar worden als positiever ervaren door leerkrachten en leerlingen en hebben als voordeel dat er ook aandacht aan kunstonderwijs wordt besteed. Daarom kunnen leraren zeker overwegen dergelijke lessen in hun klas te geven. Daarbij lijkt het belangrijk een sfeer te creëren waarin leerlingen zich veilig voelen om vragen te stellen en nieuwe ideeën te opperen of uit te proberen en waarin de leerkracht open vragen stelt, naar meer oplossingen vraagt en ruim aandacht besteedt aan reflectie.

Een verdere beschrijving van Meetkunst en materialen van de lessenserie zijn te vinden op de website elbd.sites.uu.nl/meetkunst/

Evelyn Kroesbergen is hoogleraar Orthopedagogiek aan de Radboud Universiteit. **Eveline Schoevers** is promovendus aan de Universiteit Utrecht. **Ronald Keijzer** is lector Gecijferdheid aan de Hogeschool iPabo Amsterdam. **Vincent Jonker** en **Monica Wijers** zijn onderzoekers/opleiders aan de Universiteit Utrecht.
E.E.Kroesbergen@pwo.ru.nl

Literatuur

Chehlarova, T., & Evgenia, E. (2010). *Stimulating different intelligences in a congruence context*. Paper presented at the 12th EuroLogo conference: Constructionist approaches to creative learning, thinking and education: Lessons for the 21st century. Paris.

Consentino, J., & Shaffer, D. W. (1999). The math studio: Harnessing the power of the arts to teach across disciplines. *Journal of Aesthetic Education*, 33(2), 99-109.

De Moor, E., Janssen, J., Kraemer, J. M., & Menne, J. (1997). Betekenis van meetkunde voor de basisschool. *Tijdschrift voor nascholing en onderzoek van het reken-wiskundeonderwijs*, 15(4), 13-26.

Finnan-Jones, R., Murphy, A. F., Sinatra, R., & Parmar, R. (2015). Using art-based instruction to support mathematics achievement for English language learners under the Common Core State Standards. *Engaging Cultures and Voices*, 7, 46-89.

Glăveanu, V. P. (2014). Theorising context in psychology: The case of creativity. *Journal Theory & Psychology*, 24(3), 382-398.

Gravemeijer, K., Figueiredo, N., Feijs, E., Van Galen, F., Keijzer, R., & Munk, F. (2007). *Meten en meetkunde in de bovenbouw. Tussendoelen Annex Leerlijnen. Bovenbouw basisschool*. Groningen: Wolters-Noordhoff.

Grzegorzczak, I., & Stylianou, D. A. (2006). *Development of abstract mathematical thinking through artistic patterns*. Paper presented at the 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. Prague.

Guilford, J. P. (1967). Creativity: Yesterday, today, and tomorrow. *The Journal of Creative Behavior*, 1(1), 3-14.

Haanstra, F. (2014). Nationale leerplannen en leerplankaders voor de kunstvakken. *Cultuur+ Educatie*, 14(40), 8-25.

Hadamard, J. (1996). *The mathematician's mind: The psychology of invention in the mathematical field*. Princeton: Princeton University.

Harloff, D. F. (2011). *The impact of integrated arts instruction on student achievement of fourth grade urban students in English Language arts and mathematics*. Geraadpleegd op http://fisherpub.sjfc.edu/education_etd/59/

Housen, A. C. (2002). Aesthetic thought, critical thinking and transfer. *Arts and Learning Research*, 18(1), 99-132.

Isaksen, S. G., Dorval, K. B., & Treffinger, D. J. (2011). *Creative approaches to problem solving*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Jacobson, C., & Lehrer, R. (2000). Teacher appropriation and student learning of geometry through design. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31(1), 71-88.

Jansen, J., Van der Schoot, F., & Hemker, B. (2005). *Balans van het reken-wiskundeonderwijs aan het einde van de basisschool 4. Uitkomsten van de vierde peiling in 2004*. (Periodieke Peiling van het Onderwijsniveau 32). Arnhem: Cito Instituut voor toetsontwikkeling.

Jarvis, D. H. (2001). *Learning between the lines: A syncretistic experiment in visual arts education*. Unpublished master's thesis Nipissing University, North Bay, ON.

Kaufman, J., & Beghetto, R. (2009). Beyond big and little The four C model of creativity. *Review of General Psychology*, 13, 1-12.

- Kattou, M., Kontoyianni, K., Pitta-Pantazi, D., & Christou, C. (2013). Connecting mathematical creativity to mathematical ability. *ZDM*, 45(2), 167-181.
- Keijzer, R., & Van Galen, F. (2014). De kunst van het weglaten. *Volgens Bartjens*, 34(1), 32-35.
- Kim, K. H. (2011). The creativity crisis: The decrease in creative thinking scores on the Torrance Tests of Creative Thinking. *Creativity Research Journal*, 23(4), 285-295.
- Kolovou, A., & Van den Heuvel-Panhuizen, M. (2009). Hoeveel probleemoplossingsopgaven zitten er in onze reken-wiskunde methoden? In M. van Zanten (Ed.), *Doorgaande ontwikkelingen rekenen-wiskunde, verslag van de 26ste Panama-conferentie* (pp. 101-106). Utrecht: Panama/Freudenthal Instituut/Universiteit Utrecht.
- Leikin, R., Koichu, B., & Berman, A. (2009). Mathematical giftedness as a quality of problem-solving acts. In R. Leikin, A. Berman, & B. Koichu (Eds.), *Creativity in Mathematics and the Education of Gifted Students* (pp. 115-127). Rotterdam: Sense.
- McWilliam, E. (2009). Teaching for Creativity From Sage to Guide to Meddler. *Asia Pacific Journal of Education*, 29, 281-293.
- Meelissen, M. R., Netten, A., Drent, M., Punter, R. A., Droop, M., & Verhoeven, L. (2012). *PIRLS- en TIMSS-2011. Trends in leerprestaties in Lezen, Rekenen en Natuuronderwijs*. Nijmegen/Enschede: Radboud Universiteit Nijmegen/Universiteit Twente.
- Meetkunst Projectteam. (2018). *Meetkunst. Eindrapportage van het onderzoek 'Meetkunde uit de kunst in de klas'*. Interne publicatie Universiteit Utrecht.
- Quinn, H., Schweingruber, H., & Keller, T. (Eds.). (2005). *A framework for K-12: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. New York, NY: National Academies Press.
- Rachford, M. K. (2011). *An investigation into the process of transference, through the integration of art with science and math curricula in a California community college: A case study*. Dissertation School of Education, Azusa Pacific University.
- Runco, M. A. (2004). Creativity. *Annual Review of Psychology*, 55, 657-687.
- Runco, M. A., & Jaeger, G. J. (2012). The Standard Definition of Creativity. *Creativity Research Journal*, 24(1), 92-96.
- 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: University of Cyprus, Department of Education.
- Schoevers, E. M., Leseman, P. P. M., Slot, E. M., Bakker A., Keijzer, R., & Kroesbergen, E. H. (forthcoming). Promoting pupils' creative thinking in primary school mathematics: A case study. *Thinking Skills and Creativity*.
- Schoevers, E. M., Kattou, M., & Kroesbergen, E. H. (2018). Mathematical creativity: A combination of domain-general creative and domain-specific mathematical skills. *Journal of Creative Behavior*. DOI: 10.1002/jocb.361
- SLO. (z.j.). *Leerplankader kunstzinnige oriëntatie*. Geraadpleegd op <http://kunstzinnigeorientatie.slo.nl>, op 10 april 2019.

Smith, S. M. (1995). Getting into and out of mental ruts: A theory of fixation, incubation, and insight. In R. J. Sternberg, & J. E. Davidson (Eds.), *The nature of insight* (pp. 229-251). Cambridge, MA: The MIT Press.

Torrance, E. P. (2008). *The Torrance Tests of Creative Thinking*. Princeton, NJ: Personal Press.

Van den Heuvel-Panhuizen, M., & Buys, K. (Eds.). (2004). *Young children learn measurement and geometry*. Utrecht: Freudenthal Instituut.

Van der Blij, F., Jonker, V., & De Moor, E. (1995). *Wiskunst*. Utrecht: Freudenthal Instituut.

Verlaan, R. (2012). *Creativiteitsontwikkeling op de basisschool tijdens lessen beeldend*. Masterscriptie Kunsteducatie, Amsterdamse Hogeschool voor de Kunsten.

Voogt, J., & Pareja Roblin, N. (2010). *21st Century Skills. Discussienota*. Zoetermeer: Kennisnet.

Bijlage 1. Overzicht van scores op voor- en nameting

Tabel 1. Gemiddelde scores en standaarddeviaties voormeting voor de drie condities

	Lessen + nascholing		Alleen lessen		Vergelijkingsgroep	
	M	SD	M	SD	M	SD
Meetkunde						
- Routinetaken	.49	.32	.59	.31	.50	.32
- Meetkunde-kunsttaken	.59	.38	.64	.36	.55	.36
GCT voormeting	900.42	915.66	1032.85	1040.36	865.58	919.15
Kunstbeschouwing						
- Ruimte	3.10	3.66	3.53	3.66	3.32	3.45
- Ruimtesuggestie	0.77	1.58	0.97	1.79	0.86	1.60
- Vorm	0.10	0.54	0.10	0.60	0.20	1.35
- Compositie	0.11	0.50	0.06	0.36	0.10	0.50

Tabel 2. Gemiddelde scores en standaarddeviaties nameting voor de drie condities

	Lessen + nascholing		Alleen lessen		Vergelijkingsgroep	
	M	SD	M	SD	M	SD
Meetkunde nameting						
- Routinetaken	.63	.29	.68	.28	.61	.29
- Meetkunde-kunsttaken	.70	.38	.78	.37	.63	.36
GCT nameting	912.41	991.04	1151.43	1197.60	910.06	1022.64
Kunstbeschouwing						
- Ruimte	4.65	4.07	5.71	4.47	4.00	4.02
- Ruimtesuggestie	1.49	3.61	1.29	2.21	0.76	1.60
- Vorm	0.19	0.96	0.17	0.72	0.14	0.66
- Compositie	0.51	1.42	0.56	1.33	0.14	0.57

Bijlage 2. Resultaten multilevel analyse

Tabel 3. Resultaten multilevel analyses (finale modellen)

	Meetkunde toets routine	Meetkunde toets kunst- meetkunde	Geometrische creativiteit	KB ruimte	KB ruimte- suggestie	KB vorm	KB compositie
Vast part	B (SE)	B (SE)	B (SE)	B (SE)	B (SE)	B (SE)	B (SE)
Intercept	.31 (.17)	.34 (.21)	422.50 (589.32)	4.66 (.83)**	0.96 (.41)*	0.02 (.04)	-0.27 (.14)
Tijd	.12 (.01)**	.07 (.03)*	65.84 (55.65)	0.67 (.23)**	-0.09 (.10)	0.01 (.03)	0.04 (.03)
Groep 5	-	-	45.63 (596.93)	-3.41 (1.02)**	-0.67 (.47)	.05 (.06)	.29 (.14)*
Groep 6	.07 (.17)	.06 (.20)	21.71 (588.22)	-1.83 (0.85)*	-0.44 (.39)	.16 (.05)*	.31 (.13)*
Groep 7	.17 (.17)	.15 (.21)	320.80 (589.03)	-1.70(.83)*	-0.19 (.42)	.12 (.03)*	.35 (.14)*
Groep 8	.29 (.17)	.25 (.21)	577.15 (589.19)	-1.01 (.82)*	-0.20 (.42)	.11 (.03)*	.40 (.14)**
Sekse	.04 (.10)**	.14 (.01)**	269.84 (34.22)**	.56 (.14)**	0.15 (.07)*	.03 (.03)	.03 (.03)
Lage SES	-.04 (.03)	-.11 (.04)*	-126.82 (107.48)	-0.80 (.30)**	-0.08 (.13)	-0.03 (.06)	.03 (.07)
Zeer lage SES	-.12 (.03)**	-.17 (.04)**	-143.70 (106.72)	-0.92 (.37)*	-0.07 (.13)	-0.06 (.05)	-0.09 (.05)
Reken- vaardigheid	.13 (.01)**	.11 (.01)**	223.11 (18.99)**				
Lessenserie	-.20 (.07)*	-.15 (.14)	344.01 (382.39)	-1.14 (.73)	-0.03 (.36)	-0.04 (.13)	-0.031 (.08)**
Nascholing	-.10 (.10)	.01 (.11)	142.64 (289.19)	-0.68 (.72)	-0.23 (.25)	0.06 (.12)	-0.10 (.06)
Aantal lessen	.02 (.01)	.02 (.02)	-35.62 (44.38)	.13 (.09)	0.02 (.04)	0.00 (.02)	0.03 (.01)**
Aantal nascholing	.03 (.02)	-.01 (.02)	-38.73 (65.30)	.03 (.18)	-0.01 (.06)	-0.01 (.03)	0.03 (.02)*
Tijd* lessenserie	-.03 (.02)	.08 (.04)*	68.18 (91.77)	1.48 (.40)**	.42 (.19)*		0.44 (.09)**
Tijd* nascholing	.03 (.03)	-.06 (.04)	-139.00 (108.24)	-0.45 (.42)	.45 (.30)		-0.03(.13)
Random deel							
σ_e^2	0.04	.06	549287.31	10.92	3.53	0.77	0.59
σ_{u0}^2	0.02	.04	282664.40	2.57	0.40	0.01	0.03
σ_{v0}^2	0.01	.01	69434.34	0.79	0.00	0.02	0.00
σ_{v1}	0.00	.02	82456.05	1.33	0.41	0.01	0.08

* Significant at $p < .05$

** Significant at $p < .01$

Toelichting

In de eerste kolom staan de variabelen die als voorspeller zijn opgenomen in het model om te toetsen of de leerlingen vooruit zijn gegaan tijdens de Meetkunstlessen. De variabele Tijd geeft aan of de leerlingen (alle groepen samen) vooruit zijn gegaan, wat het geval is op beide meetkundetaken en op kunstbeschouwen (ruimte). De interactie-effecten (Tijd*lessenserie en Tijd*nascholing) zijn het meest interessant, omdat deze weergeven of er verschillen waren in de vooruitgang tussen de condities. Dat blijkt alleen bij de Meetkunde-kunsttaken het geval te zijn en bij drie van de vier onderdelen van kunstbeschouwing.