

**Effecten van doelspecificiteit op leren en leerproces bij
kinderen.**

Bachelorthese Universiteit Twente

Joske Slaghuis

1116312

Instructie Leren en Onderwijs

Datum:22-06-2014

Begeleiders: Dr A.W. Lazonder en J. ter Vrugte

Abstract

In veel studies is al gevonden dat doelspecificiteit invloed heeft op wat kinderen leren van een experiment. In het huidige onderzoek is geprobeerd om deze invloed te verklaren. De onderzoeksvraag die hierbij centraal stond luidde: 'Wat is het effect van doelspecificiteit op de leerprestaties het leerproces van kinderen bij onderzoekend leren?' Het onderzoek is uitgevoerd met 48 leerlingen van twee verschillende basisscholen (groep 7 & 7/8). Zij zijn op de computer aan de slag gegaan met een simulatie van een fruitmachine om uit te vinden hoe dit apparaat werkte. Er was een conditie met een specifiek doel en een conditie met een nonspecifiek doel. De verwachting was dat de leerlingen in de conditie met het nonspecifieke doel meer over de fruitmachine zouden leren. Er werd ook verwacht dat deze leerlingen langer met de fruitmachine aan het experimenteren zou zijn. Na het experimenteren hebben de leerlingen acht vragen beantwoord over de fruitmachine. De antwoorden op deze vragen zijn voor de twee condities vergeleken, net als de tijd die leerlingen hebben gebruikt voor het onderzoek. Hierbij zijn geen significante verschillen gevonden tussen de condities. Tot noch toe is niet gebleken hoe het komt dat leerlingen meer van een experiment lijken te leren bij een nonspecifiek doel. Er zal meer onderzoek nodig zijn om de effecten van doelspecificiteit te kunnen verklaren.

Inleiding

Leren vindt plaats vanaf het moment dat een kind geboren wordt. In het begin van een mensenleven gaat het leren niet volgens vaste regels en gebeurt het min of meer zonder een vast patroon. Kinderen leren lopen en praten zonder dat iemand ze zegt hoe ze dit moeten doen. Ze worden natuurlijk wel gestimuleerd door hun ouders, maar dit gebeurt niet volgens een vaste methode met vaste regels; iedereen doet dit op een andere manier. Op school worden wél allerlei vaste manieren gebruikt om kinderen iets te leren. Bij wetenschap- en techniek-onderwijs op de basisschool, is één van deze manieren het leren door zelf te experimenteren. Kinderen krijgen een experiment van de leerkracht en vergaren kennis door dit experiment uit te voeren.

Experimenten hebben een doel, dat aan het eind van het experiment bereikt moet zijn. De specificiteit van dit doel van een experiment kan nogal verschillen. De term 'specificiteit' verwijst naar de mate waarin het doel van een experiment gedefinieerd is (Sweller & Levine, 1982). Deze specificiteit kan afhangen van de manier waarop een experiment wordt gepresenteerd, bijvoorbeeld door de leraar. Er zijn specifieke doelen (SED) en nonspecifieke doelen (ND). Een voorbeeld van een experiment is de invloed van een zuur en base op rode kool onderzoeken. Na uitleg van de leraar, onder andere over wat zuren en basen zijn, kunnen de kinderen hier zelf mee gaan experimenteren. Ze laten de rode kool onder water staan en kijken welke kleur dit water krijgt. Vervolgens kunnen ze azijn (zuur) of soda (base) in het water doen en kijken wat de invloed hiervan is op de kleur van het water. Ideaal zou zijn dat ze niet alleen opmerken dat het water een andere kleur heeft gekregen, maar dat zij zich ook zullen afvragen hoe dit komt. In dit experiment is een mogelijk specifiek doel: Welke kleur krijgt rode kool wanneer je er azijn of soda aan toevoegt? Een mogelijk nonspecifiek doel is: Wat zegt de kleur van het mengsel over de stoffen in het mengsel? Het verschil tussen de twee doelen is dat leerlingen bij het SED naar verwachting sneller klaar zullen zijn met experimenteren. Ze kijken welke kleur het water is en zijn klaar met het experiment. Zij zullen zich waarschijnlijk niet afvragen waarom de kleuren van de mengsels verschillen, omdat hen dit niet gevraagd is. Bij het ND zijn de leerlingen nog niet klaar na het mengen van de vloeistoffen. Het ND vraagt de kinderen eigenlijk dieper op het experiment in te gaan. Zij zullen net als de SED-groep ook onderzoeken wat de kleuren van de mengsels zijn. Daarnaast zullen zij naar verwachting ook gaan nadenken over wat deze kleuren kunnen zeggen over de stoffen. In de huidige studie wordt onderzocht in hoeverre de specificiteit van een doel invloed heeft op wat kinderen van een experiment leren. Ook wordt gezocht naar een mogelijke verklaring voor de invloed van doelspecificiteit.

Doelspecificiteit

Zoals hierboven al werd uitgelegd, is de specificiteit van een doel de mate waarin dit doel gedefinieerd is. Uit verschillende studies is al gebleken dat de specificiteit van een doel invloed heeft op wat er van een experiment geleerd wordt (Vollmeyer, Burns & Holyoak, 1996; Trumppower, Goldsmith & Guynn, 2004; Wirth, Künstig & Leutner, 2009). In de studie van Vollmeyer et al. (1996) werkten de proefpersonen met een computersimulatie genaamd het biologie lab. Dit was een virtueel aquarium met vier verschillende soorten zeedieren, en vier variabelen hadden invloed op deze zeedieren. De proefpersonen konden deze variabelen bij elke trial veranderen of negeren. Er was een SED- en een ND-conditie. De bedoeling was dat aan het eind

van het experiment het aquarium een bepaalde samenstelling van dieren had. De proefpersonen in beide condities kregen een algemene instructie waarin hen werd verteld dat ze het aquarium op een manier moesten verkennen zodat ze er zo veel mogelijk van zouden leren. De SED-conditie kreeg de beoogde samenstelling van het aquarium meteen te horen. De ND-conditie kreeg dit pas te horen na drie trials. In totaal waren er vier trials in beide groepen. De twee condities waren dus even veel trials met het aquarium bezig maar verschilden in het moment waarop zij het specifieke te horen kregen. Uit de resultaten bleek dat de SED-conditie in eerste instantie beter presteerde dan de ND-conditie. Op een transfer test met een soortgelijke taak maar ander doel deed de ND-conditie het echter beter dan de SED-conditie. De ND-conditie kon dus beter wat ze hadden geleerd bij de initiële taak overbrengen naar een soortgelijke taak met een ander doel.

Een eerder onderzoek van Sweller en Levine (1982) vond soortgelijke resultaten. In dit onderzoek was het de bedoeling dat een proefpersoon geblinddoekt de uitgang van een vingerdoolhof vond. Ook hier was er een ND-conditie en een SED-conditie. De rechterwijsvinger werd bij de ingang geplaatst en de proefpersonen moesten op gevoel de uitgang vinden. De SED-conditie wist waar de uitgang was doordat zij hun linkervinger hier moesten plaatsen. De ND-conditie werd alleen verteld dat zij de uitgang moesten vinden. De SED-conditie wist dus meer over de eindstaat van het experiment dan de ND-conditie. De uitkomst van de studie was dat de proefpersonen in de ND-conditie minder fouten maakten en sneller de onderliggende structuur van het probleem leerden (Sweller & Levine, 1982). De kennis over de uitgang zat de SED-conditie als het ware in de weg bij het leren van de onderliggende structuur van het doolfhof.

Bij verschillende onderzoeken is dus al aangetoond dat een specifiek doel het leren van het experiment kan belemmeren. Een mogelijke verklaring voor de invloed van doelspecificiteit op onderzoekend leren is dat wanneer leerlingen een specifiek doel krijgen, zij via means-ends analyse gaan proberen om het doel te bereiken. Deze werkwijze houdt in dat een probleemoplosser in een experiment altijd de actie zal kiezen die hem het dichtst bij het doel lijkt te brengen (Sweller & Levine, 1982). De huidige staat wordt vergeleken met de doel staat, en bij verschillen in de situatie worden subdoelen vastgesteld om deze verschillen weg te werken. Wanneer een subdoel is opgelost, wordt het volgende subdoel vastgesteld. Dit proces herhaalt zich tot het uiteindelijke doel is bereikt (Geddes & Stevenson, 1997). De specificiteit van een doel bepaalt de mate waarin means-ends analyse gebruikt wordt (Sweller & Levine 1982). Sweller en Levine (1982) stelden dat het gebruik van means-ends analyse het leren van de onderliggende structuur van een probleem in de weg zit. Het leren van de probleemstructuur zou het vinden van de oplossing van het probleem makkelijker maken.

Met nader onderzoek hebben Miller, Lehman en Koedinger (1999) geprobeerd deze bevinding te repliceren en verfijnen. In dit experiment waren er drie condities. Net als het experiment van Sweller (1982) was er een SED- en een ND-conditie. In dit experiment was er nog een derde conditie waar de proefpersonen een 'toepasselijk' specifiek doel kregen. De SED-conditie kreeg de eindstaat van het probleem te horen. De conditie met het 'toepasselijke' doel kreeg naast eindstaat van het experiment meer informatie over de werkwijze die zij zouden moeten gebruiken om het experiment op te lossen. Zo zou ondanks het specifieke doel toch de onderliggende structuur van het probleem geleerd worden. Miller et al. (1999) stelden dat de

proefpersonen bij dit 'toepasselijke' doel ook gebruik zouden maken van means-ends analyse maar dat dit een goede prestatie niet in de weg zou staan. Deze verwachting werd bevestigd: zowel de ND-conditie als de conditie met het toepasselijke specifieke doel deden het significant beter op de taak dan de SED-conditie. Dit komt omdat de proefpersonen met het 'toepasselijke' doel subdoelen opstelden die geschikt zijn voor het leren van de onderliggende structuur van het probleem en het bereiken van het doel. Bij een specifiek doel zouden subdoelen worden gesteld om dichterbij de doelstaat te komen. Hierbij zouden niet de onderliggende regels van het probleem worden geleerd. De resultaten van het onderzoek suggereren dat means-ends analyse het oplossen van een experiment en het leren van de onderliggende structuur alleen tegenwerkt wanneer de gezette subdoelen niet geschikt zijn voor het bereiken van het doel.

Naast means-ends analyse wordt de verklaring van de effecten van doelspecificiteit ook wel gezocht in de cognitieve probleemruimte (Geddes & Stevenson, 1997). Een probleemruimte wordt gedefinieerd als de voorgestelde ruimte waar het oplossen van een probleem plaatsvindt. In deze ruimte wordt niet alleen de oplossing van een probleem gezocht, maar hier bevinden zich ook alle mogelijke staten van een probleem. De probleemruimte kan onderverdeeld worden in een regel-ruimte en instance-ruimte (Geddes & Stevenson, 1997). In de instance-ruimte worden specifieke oplossingen gevonden en in de regelruimte worden onderliggende structuren (regels) van het probleem geleerd. Simon en Lea (in Geddes & Stevenson, 1997) vonden in hun onderzoek dat wanneer er een oplossing voor een specifiek doel moet worden gevonden, er wordt gezocht naar een oplossing in de instance-ruimte. Een instance kan worden gezien als een specifieke oplossing van een bepaald experiment met een specifiek doel. Hier wordt er dus geen onderliggende regel geleerd die ook bij andere problemen van toepassing zou kunnen zijn. Er wordt iets veranderd aan de staat van een probleem om zo een nieuwe staat te krijgen die dichterbij het doel ligt. Wanneer een hypothese getest wordt, worden allebei de ruimten gebruikt. In de regel-ruimte worden hypothesen bedacht, deze worden dan getest en zo ontstaan er staten in de instance-ruimte.

Ook Klahr en Dunbar (1988) deden onderzoek naar de ruimten waarin oplossingen gevonden worden. Zij noemden de twee ruimten de hypothese-ruimte (vergelijkbaar met regel-ruimte) en de experiment-ruimte (vergelijkbaar met instance-ruimte) en gingen uit van de bovenstaande functies van de twee ruimten. Ze vroegen zich af hoe nieuwe hypothesen zich ontwikkelen en welke strategieën mensen hierbij gebruiken. De resultaten van het experiment suggereerden dat proefpersonen bij een nieuw probleem zowel in de hypothese- als experiment-ruimte naar een oplossing zochten. Hypothesen zouden worden ontwikkeld in de hypothese ruimte en getest in de experiment ruimte.

Burns en Vollmeyer (2002) koppelden in hun onderzoek doelspecificiteit aan probleem-ruimten. Zij stelden dat het hebben van een specifiek doel ervoor zorgt dat er bij experimenteren alleen gelet wordt op het bereiken van het doel, zonder een specifiek doel richt de aandacht zich op het testen van hypothesen. Bij een ND wordt de oplossing dus gezocht in de regel-ruimte en bij een SED in de instance-ruimte. In de regel-ruimte wordt door de proefpersoon strategieën gebruikt die gericht zijn op leren en in de instance-ruimte zijn de strategieën gericht op het behalen van het doel. Deze bevindingen komen overeen met het onderzoek van Geddes en Stevenson (1997) die concludeerden dat doelspecificiteit bepaalt of er leren van regels of leren van instances plaatsvindt. Bij een SED wordt er te veel naar een oplossing gezocht in de instance-ruimte. Bij

een ND kan vrije exploratie van de regel-ruimte plaatsvinden zonder steeds de noodzaak om een specifiek doel te bereiken. Ook zou een ND leiden tot expliciet leren en een SED tot impliciet leren. In hun artikel stellen Geddes en Stevenson (1997) expliciet leren gelijk aan regel leren en impliciet leren aan instance leren. Expliciet leren betekent kennis opdoen waarvan men zich bewust is. Het is kennis die verwoord kan worden, en dus ook getest. Impliciet leren is het leren zonder dat men zich hiervan bewust is. Impliciete kennis kan niet bewust worden opgehaald en kan dus ook niet worden getest. Bij expliciet, aldus regels leren, kunnen de geleerde regels worden opgehaald en gebruikt voor een nieuw probleem. Bij impliciet, aldus instance leren is dit niet mogelijk. Berry en Broadbent (1984) deden onderzoek naar de relatie tussen prestatie op een taak en kennis die bij het uitvoeren van een taak vergaard wordt. Uit hun onderzoek bleek dat de proefpersonen na enig experimenteren beter werden op een taak en deze konden oplossen. Toch konden zij geen vragen beantwoorden over hoe ze de taak opgelost hadden; kennelijk hadden zij dit gedaan zonder de onderliggende regel of structuur te leren. In de instance-ruimte is impliciete kennis opgedaan maar de regel-ruimte is niet genoeg gebruikt om expliciete kennis op te doen. Expliciet leren (regels leren) leidt tot diepere kennis van het probleem. Hierbij zal er dus eerder kennis worden opgedaan die gebruikt kan worden bij andere problemen.

Onderzoeksvraag en hypothesen

Met deze studie zal onderzocht worden in welke mate de specificiteit van een doel van een experiment invloed heeft op wat een kind uiteindelijk leert en wat hier een mogelijke verklaring voor is. Er zijn twee verschillende condities die bepaald worden door de specificiteit van het doel dat vooraf aan de leerlingen wordt gegeven: De specifieke doel conditie (SED) en de nonspecifieke doel (ND) conditie. Dit begindoel (SED vs ND) zal het enige gemanipuleerde verschil tussen de twee condities zijn. Na het experiment zullen de kinderen vragen beantwoorden om de opgedane kennis te testen. De onderzoeksvraag luidt:

Wat is het effect van doelspecificiteit op de leerprestaties en het leerproces van kinderen bij onderzoekend leren?

De verwachting is dat de SED-conditie minder zal leren van het experiment dan de ND-conditie. De kinderen in de SED-conditie zullen zodra het gegeven doel bereikt is, doorgaan naar de vragen en zodoende weinig te weten komen over de onderliggende structuur van het experiment. De kinderen in de ND-conditie zullen naar verwachting door experimenteren tot ze het idee hebben de onderliggende structuur te begrijpen. De ND-conditie zal naar verwachting dus langer bezig zijn met experimenteren dan de SED-conditie.

De SED-conditie zal naar verwachting de oplossing zoeken in de instance-ruimte en hierbij voornamelijk impliciete kennis opdoen over het apparaat. De ND-conditie zal de oplossing gaan zoeken in de regel-ruimte en hierbij expliciete kennis opdoen over het probleem en de onderliggende regels leren. Na het experiment krijgen beide condities dezelfde vragen over het experiment. De kinderen uit de SED-conditie zullen waarschijnlijk minder vragen juist beantwoorden dan de ND-conditie. Er zal onderzocht worden of deze verwachting klopt en of er een verschil in werkwijze zit tussen de twee condities.

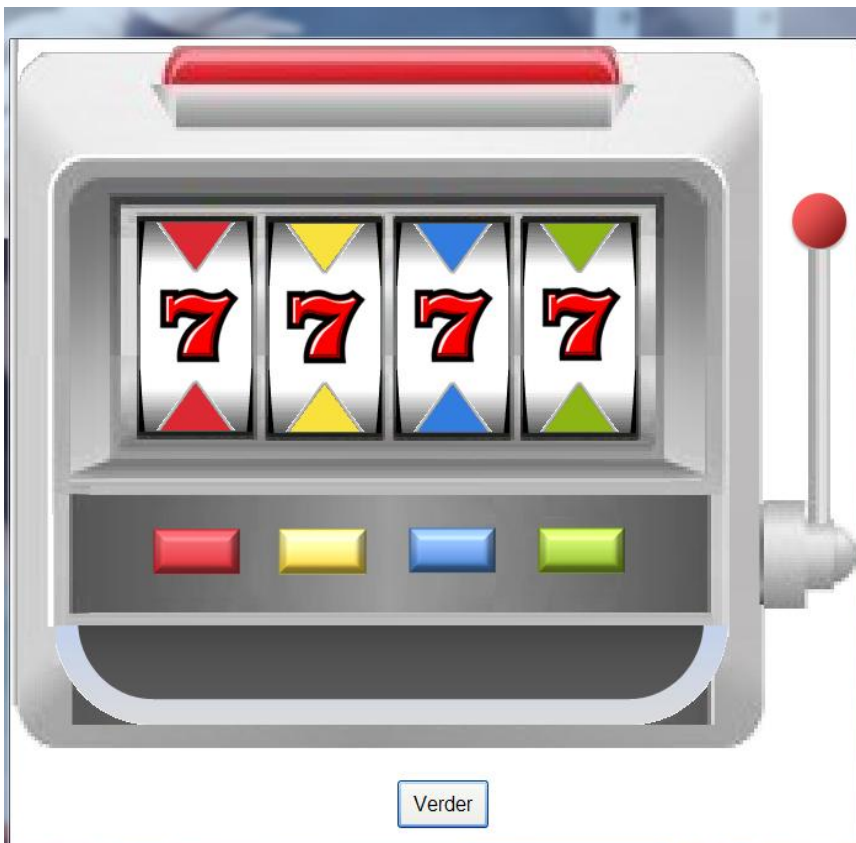
Methode

Proefpersonen

Bij het onderzoek is er gebruik gemaakt van passieve consent. Dit betekent dat de ouders bezwaar konden maken tegen het onderzoek wanneer ze niet wilden dat hun kinderen deelnamen. Er is geen bezwaar gemaakt dus alle kinderen mochten deelnemen aan het onderzoek. Het onderzoek is uitgevoerd op twee scholen met in totaal 46 kinderen. Het ging om 20 jongens en 26 meisjes uit groep 7 en 8 van de basisschool. De leeftijd van de kinderen varieerde van 10 tot 13 jaar met $M = 10.80$; $SD = 0.81$. De kinderen zijn niet random gekozen. Het ging om een clustersteekproef, wat inhoudt dat er gebruik is gemaakt van bestaande groepen. In dit geval ging het om bestaande klassen van de basisschool: groep 7 en groep 7/8. De kinderen in de groepen zijn random verdeeld over de twee verschillende condities. Uiteindelijk is het experiment uitgevoerd met 24 kinderen in de ND-conditie en 22 kinderen in de SED-conditie.

Materialen

Het programma waar de kinderen mee gingen experimenteren was een simulatie van een fruitmachine op de computer. De fruitmachine werkte niet zoals gewoonlijk. Er waren vier rollen met onder elke rol één knop (Figuur 1).



Figuur 1. De fruitmachine

Bij een normale fruitmachine laat je een rol draaien door op de knop onder de rol te drukken en dan aan de hendel te trekken. Er wordt bijvoorbeeld op de blauwe knop gedrukt en aan de hendel getrokken, de blauwe rol gaat dan draaien. Deze fruitmachine werkte anders en de kinderen moesten de werking van deze fruitmachine zien te vinden. De rollen van de 'rare' fruitmachine draaien als volgt:

Rood: De rode rol draait wanneer de blauwe en rode knop samen ingedrukt worden.

Geel: De gele rol draait wanneer de rode, blauwe en groene knop samen ingedrukt worden.

Blauw: De blauwe rol draait wanneer de blauwe en groene knop samen ingedrukt worden.

Groen: De groene rol draait wanneer de blauwe knop ingedrukt wordt.

Na het indrukken van knoppen moet aan de hendel getrokken worden om de raden te laten draaien. De blauwe knop kan gezien worden als de hoofdschakelaar, zonder de blauwe knop gebeurt er niets. De gele knop kan gezien worden als nutteloos. Het maakt niet uit of je de gele knop indrukt, deze heeft totaal geen effect op welke rol gaat draaien.

Ten behoeve van de twee condities waren vier verschillende versies van het programma met de fruitmachine. Deze versies verschilden op twee aspecten: de beginvraag die de kinderen kregen en de volgorde van de vragen waarmee de kinderen eindigden. De beginvraag (het doel) is afhankelijk van de conditie: specifiek ('Hoe kun je de rollen van de 'rare' fruitmachine laten draaien?') of non specifiek ('Wat is de functie van de knoppen op de 'rare' fruitmachine?'). Alle participanten moesten na het experimenteren dezelfde acht vragen beantwoorden, vier over de functies van de knoppen (non specifiek) en vier over hoe de rollen draaien (specifiek). In beide condities kreeg de helft van de participanten eerst de knop-vragen en de andere helft eerst de rol-vragen. Dit is gedaan om te controleren voor een mogelijk volgorde effect van de eindvragen.

Tijdens het experimenteren werden alle acties van de kinderen automatisch opgeslagen in log files. Hierin kwam te staan welke knoppen de kinderen elke keer hebben ingedrukt en hoeveel tijd en trials zij voor het onderzoek gebruikten. Voor elke trial was in de log files te zien welke knoppen het kind had ingedrukt. In deze log files kwamen ook de antwoorden van de kinderen te staan op de eindvragen, net als de naam, leeftijd en het geslacht van de kinderen. De namen zijn verder niet gebruikt, de kinderen zijn bij het overzetten in SPSS geanonimiseerd.

Procedure

Het onderzoek is uitgevoerd op 2 basisscholen in groep 7 en groep 7/8. Op de scholen verliep de uitvoering van het onderzoek gelijk maar niet identiek. De instructie is op dezelfde manier gegeven. De kinderen kregen een korte klassikale instructie (bijlage 1), waarna de mogelijkheid bestond om vragen te stellen. De computers waren van tevoren opgestart net als de simulatie. Na de instructie was het de bedoeling dat de kinderen met de simulatie gingen experimenteren. Vanaf dit moment zat er een verschil in het verloop tussen de twee scholen. In groep 7/8 waren vier computers beschikbaar. Telkens waren er dus vier kinderen tegelijk met het onderzoek bezig. De computers stonden achterin het klaslokaal en de leerkracht was ondertussen met de andere kinderen bezig met de les. Op elke computer was een andere versie van de fruitmachine opgestart. De kinderen waren vooraf door het nummeren van een klassenlijst verdeeld over de verschillende condities.

Wanneer iemand klaar was, werd door de onderzoeker verteld wie de volgende was die op de computer mocht. In groep 7 waren er voldoende computers aanwezig voor de hele klas. Ieder kind op deze school had een 'eigen' computer. Ieder kind ging op zijn of haar eigen computer bezig met de versie van de fruitmachine die daar was opgestart. Alle leerlingen waren tegelijkertijd bezig. Er werd tijdens het onderzoek hulp geboden door de leerkracht en stagiair van de klas, waardoor ook in deze klas eventuele vragen goed beantwoord konden worden.

In beide klassen verliep het onderzoek op de computer inhoudelijk op gelijke wijze. Het programma begon met een korte uitleg van een normale fruitmachine. Hier konden de kinderen kort mee oefenen waarna er een langere instructie over de 'rare' fruitmachine kwam. Hierin stond ook de vraag die ze aan het eind van het onderzoek moesten beantwoorden (rol/knop, SED/ND). De kinderen mochten toen experimenteren met de 'rare' fruitmachine. Wanneer de kinderen het idee hadden dat ze wisten hoe de 'rare' fruitmachine werkte, konden ze verder klikken en kwamen ze bij de vragen. Er was geen tijd verbonden aan het onderzoek, ze konden zo lang als ze zelf nodig hadden met de fruitmachine experimenteren. Wanneer ze op verder klikten na het experimenteren kwam er een waarschuwingsscherm waarop werd gevraagd of ze de beginvraag konden beantwoorden. Hier hadden kinderen dus de keuze om nog langer met de fruitmachine te werken of om toch door te gaan naar de vragen. Wanneer alle vragen beantwoord waren kon het programma afgesloten worden. Aangezien er geen tijd verbonden was aan het onderzoek, was niet iedereen tegelijk klaar. Wanneer de kinderen uit groep 7 klaar waren met het onderzoek mochten ze terug gaan naar de klas en even voor zichzelf bezig totdat iedereen klaar zou zijn.

Data analyse

De log files zijn nagekeken op leerlingen die niet serieus meegedaan hebben met het onderzoek en twee leerlingen (uit groep 7) zijn uitgesloten van het onderzoek. De ene participant (ND-conditie) had overal als antwoord: 'Ik snap het niet' ingevuld en de andere participant (SED-conditie) had slechts 2 trials gebruikt en slechts 7 seconden besteed aan het lezen van de instructie.

De acht eindvragen die de kinderen beantwoord hebben zijn als volgt gescoord. Bij de rol-vragen (SED-vragen) werd er één punt toegekend wanneer het antwoord van het kind correspondeerde met het draaien van de rol. Dit betekent dat bijvoorbeeld voor de vierde rol-vraag: 'Hoe laat je de groene rol draaien?' twee verschillende antwoorden een punt verdiende. Als het kind 'blauw' of 'blauw en geel' antwoordde kreeg hij of zij één punt. Bij de knop-vragen (SED-vragen) werd er voor elke juist benoemde functie van de knop één punt toegekend. Zo kon bij de functie van de blauwe knop vier punten behaald worden omdat deze knop bij elk rol een functie had. Zowel de rode als groene knop hadden twee functies en konden dus tot maximaal twee punten leiden. De gele knop had geen functie; als dit werd genoemd werd één punt toegekend. De maximale score op de knop-vragen was negen punten. Dit betekent dat bijvoorbeeld voor de vierde knop-vraag: 'Wat doet de groene knop?' de antwoorden 'laat geel draaien' en 'laat blauw draaien' één punt verdienden en het antwoord 'laat geel en blauw draaien' twee punten verdiende.

De totale tijd die de kinderen gebruikt hebben bij het onderzoek zijn vanuit de log files in het SPSS bestand gezet. Net als de tijd die de kinderen bezig zijn geweest met het onderzoeken van de 'rare'

fruitmachine. Ook is het aantal trials dat ze gebruikt hebben in SPSS gezet, oftewel het aantal keer dat de kinderen aan de hendel hebben getrokken. Op deze variabelen is er onderzocht of er een verschil te vinden is tussen de twee condities.

Resultaten

Allereerst is gecontroleerd of er een effect van vraag-volgorde te vinden was. Hiervoor is een ANOVA uitgevoerd om de eventuele verschillen te bepalen. Op dit aspect zijn er geen significante verschillen gevonden binnen de condities, $F(3,45) = 1.18$, $p = .33$.

Vervolgens is onderzocht of er significante verschillen waren tussen de twee condities. Dit is gedaan voor de gemiddelde score op de vragen en de gemiddelde tijd en trials die de kinderen gebruikt hadden. De verwachting hierbij was dat de ND-conditie hoger zou scoren op de knop-vragen en meer tijd en trials zou gebruiken voor het onderzoek. Voor de antwoorden op de rol-vragen werden geen significante verschillen verwacht tussen de twee condities. Er is een ANOVA analyse uitgevoerd met als afhankelijke variabele de conditie. De beschrijvende statistieken zijn weergegeven in Tabel 1. De tijden in Tabel 1 zijn in seconden.

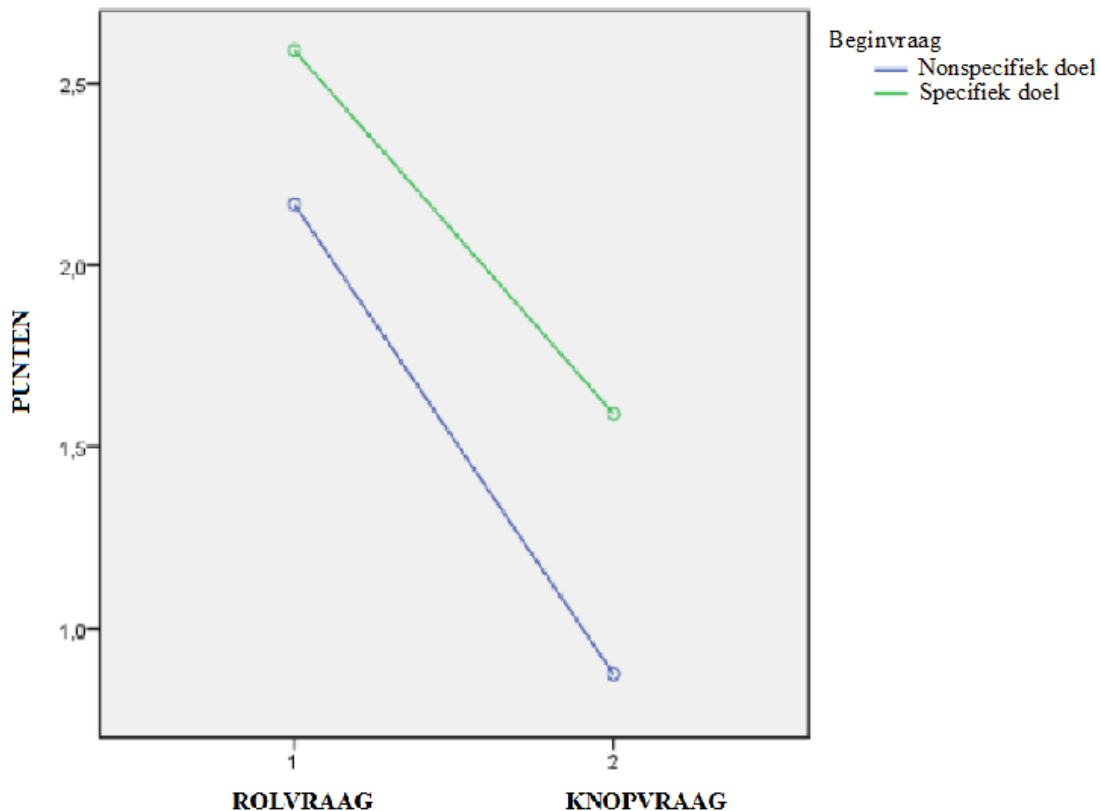
Tabel 1. *Verschillen in gemiddelde en standaarddeviatie tussen de twee condities.*

	SED-conditie (n= 24)		ND-conditie (n=22)	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Punten rol	2.17	1.47	2.59	1.18
Punten knop	0.88	1.26	1.59	2.11
Punten totaal	3.04	2.16	4.18	2.91
Tijd totaal	522.99	219.48	549.83	203.47
Tijd trial	144.60	76.34	173.84	100.26
Trial totaal	26.21	11.68	27.82	12.89

Gemiddeld scoorde de ND-conditie hoger op de vragen, deden ze langer over het onderzoek en gebruikten ze meer trials, maar deze gevonden verschillen bleken niet significant: punten rol; $F(1,45) = 1.16$, $p = .288$, punten knop; $F(1,45) = 1.99$, $p = .165$, punten totaal; $F(1,45) = 2.31$, $p = .136$, tijd totaal; $F(1,45) = 0.18$, $p = .670$, tijd trial; $F(1,45) = 1.25$, $p = .269$, trial totaal; $F(1,45) = 0.20$, $p = .659$.

Er is een mixed-design MANOVA gedaan op toetsscore met soort vraag (Rol/Knop) en vraag (Ro11, Rol2, Rol3, Rol4, Knop1, Knop2, Knop3, Knop4) als within-subject variabelen en conditie als between-subject variabele. Als eerst is hiermee onderzocht of binnen personen verschillend is gescoord op de rol- en knop-vragen. Er is een significant verschil gevonden in de antwoorden op het soort vraag (Rol/Knop): $F(1,44) = 19.95$, $p < .001$. In Figuur 2 is te zien dat er op de rol-vragen beter wordt gescoord dan op de knop-vragen. Het effect van de between-subject variabele ‘conditie’ was niet significant, $F(1,44) = 2.31$, $p = .312$;

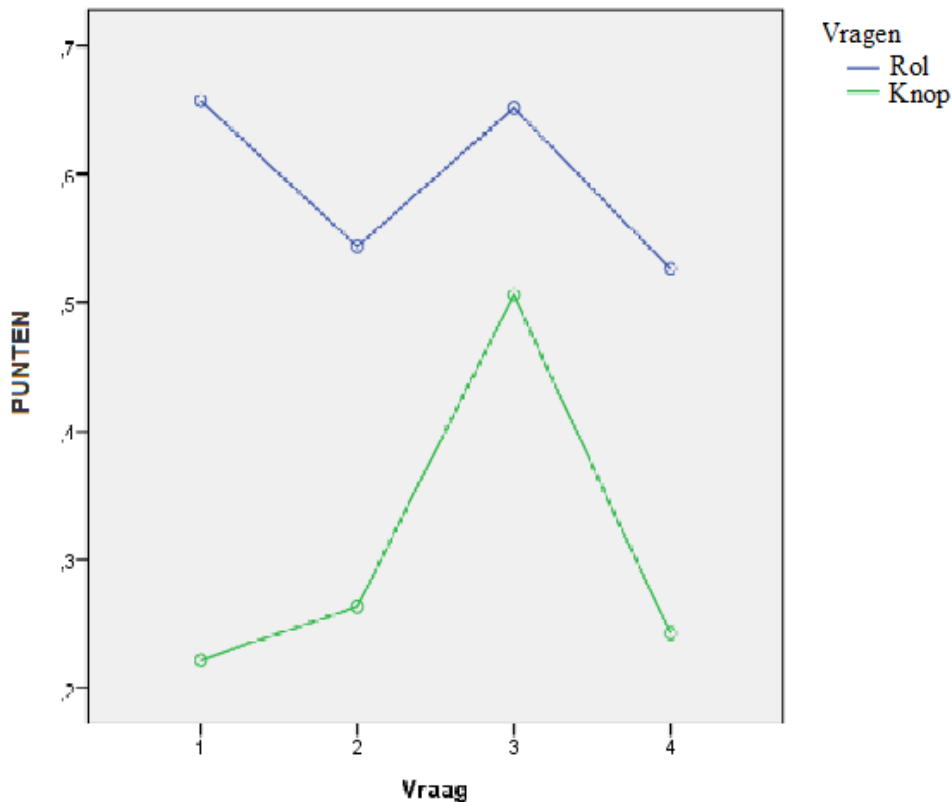
hetzelfde geldt voor de interactie tussen soort vraag en conditie, $F(1,44) = 0.32, p = .573$.



Figuur 2. Gemiddelde scores op rol-vragen en knop-vragen

Met deze analyse is ook onderzocht of een bepaalde vraag door kinderen beter werd beantwoord dan de drie andere vragen van dat soort. Er is een significant verschil gevonden: $F(3, 132) = 4.377, p = 0.006$. Dit betekent dat een bepaalde vraag significant anders is beantwoord dan de andere 3 vragen van dat soort. In Figuur 3 is met een grafiek weergegeven. Bij vraag drie voor zowel de rol- als knop-vraag is een duidelijke piek te zien. Dit betekent dat de gemiddelde scores op deze vragen hoger liggen dan de scores op de andere vragen. De interactie tussen vraag (1, 2, 3 of 4) en conditie was niet significant, $F(3,132) = 0.689, p = .560$

Figuur 3. Gemiddelde scores op de acht verschillende vragen.



Discussie

In deze studie is onderzocht wat de effecten zijn van doelspecificiteit en hoe deze mogelijke effecten terug te vinden zijn in de werkwijze die kinderen gebruiken bij onderzoekend leren. De vraagstelling die hierbij centraal stond was: 'Wat is het effect van doelspecificiteit op de leerprestaties en het leerproces van kinderen bij onderzoekend leren?' In deze studie zijn geen significante verschillen gevonden tussen de ND- en SED-conditie. In verschillende studies is al aangetoond dat doelspecificiteit een effect heeft op wat proefpersonen van experiment leren (Vollmeyer, Burns & Holyoak, 1996; Trumpower, Goldsmith & Guynn, 2004; Wirth, Künstig & Leutner, 2009). De gevonden gemiddelden van deze studie kwamen wél overeen met de verwachtingen, namelijk dat de ND-conditie het beter zou doen op de eind-vragen dan de SED-conditie, maar deze gevonden verschillen bleken niet significant. Dit betekent dat invloed van doelspecificiteit op wat er geleerd wordt van een experiment in deze studie niet is aangetoond. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat er relatief weinig kinderen aan het onderzoek hebben meegedaan. Het onderzoek is uitgevoerd met kinderen uit groep 7 en 8 van de basisschool. Het is mogelijk dat deze kinderen nog te jong zijn voor de invloed van doelspecificiteit. Veel van de experimenten uit te literatuur zijn gedaan bij kinderen die op de middelbare school en studenten. Ook is het mogelijk dat in op de school waar alle kinderen tegelijk experimenteerden het overzicht toch niet voldoende aanwezig was. Er is opgemerkt dat een aantal kinderen

uit die klas erg snel klaar waren met experimenteren. Wanneer de analyse uitgevoerd wordt met alleen de kinderen uit groep 7/8 zijn de gevonden verschillen in gemiddeldes van de punten op knop-vragen en het totale aantal punten wél significant. Er zal nog meer onderzoek gedaan moeten worden om hier definitieve conclusies uit te kunnen trekken.

Er werd verwacht dat de ND-conditie gemiddeld langer over het onderzoek zou doen, en meer trials nodig zou hebben. Deze hypothese werd niet bevestigd door de repeated measures, ook niet wanneer alleen groep 7/8 meegenomen werd in de analyse. De kinderen in de ND-conditie deden gemiddeld wel langer over het onderzoek maar dit verschil met de SED-conditie was niet erg groot.

Hoewel er geen significante verschillen zijn gevonden tussen de beide condities, waren er wel significante verschillen binnen personen. Uit de repeated measures analyse kwam naar voren dat kinderen op de rol-vragen significant hoger scoren dan op de knop-vragen. Dit geldt voor kinderen in allebei de condities. De rol-vragen waren voor de kinderen dus makkelijker te beantwoorden dan de knop-vragen. Vóór het onderzoek was dit ook de verwachting. Er werd gesteld dat de participant niet de onderliggende structuur van het probleem hoeft te kennen om het SED te bereiken, aldus de rol-vragen te kunnen beantwoorden. Voor het ND, de knop-vragen, was dit wel nodig. Uit de gevonden resultaten zou dus geconcludeerd kunnen worden dat de kinderen de onderliggende structuur van dit probleem niet volledig hebben gevonden, en dat niet alle regels uit het experiment zijn gehaald. Hoe meer expliciete kennis de kinderen zouden hebben over de fruitmachine, hoe beter zij de vragen zouden kunnen beantwoorden. Uit de resultaten lijkt het zo te zijn dat de kinderen meer expliciete kennis hebben opgedaan van de rollen van de fruitmachine aangezien de rol-vragen significant beter zijn beantwoord dan de knop-vragen.

Uit een repeated measures analyse is gebleken dat er verschillen bestaan binnen personen in antwoorden op alle vragen. Er is gekeken of op een bepaalde vraag significant beter of slechter werd gescoord dan op de andere vragen. Vraag 3 van zowel de knop- als rol-vragen zijn erg goed beantwoord. Bij de rol-vragen is vraag 1 ook goed beantwoord maar bij de knop-vragen zit een duidelijke piek bij vraag 3 (figuur 3). Voor de blauwe knop-vraag is dit niet heel verassend aangezien de blauwe knop vier verschillende functies had. Hiervoor konden kinderen dus de meeste punten behalen.

Conclusie

De uitkomsten van deze studie zijn enigszins onverwacht. De effecten van doelspecificiteit zijn tegen de verwachting in niet aangetoond. Een mogelijke verklaring voor deze effecten zoeken werd op deze manier moeilijker gemaakt. Het gegeven dat doelspecificiteit geen invloed heeft op leren van een experiment, kan niet gegeneraliseerd worden. Er wordt vanuit gegaan dat het uitblijven van een significant verschil in deze studie vooral te maken had met de kleine onderzoekspopulatie en mogelijke bias. Veel eerder onderzoek naar doelspecificiteit is uitgevoerd met studenten van de universiteit (Sweller & Levine, 1982; Vollmeyer, Burns & Holyoak, 1996). In deze andere studies zijn de effecten van doelspecificiteit wél aangetoond. De relatief jonge leeftijd van de kinderen in deze studie zou ook een verklaring kunnen zijn voor het ontbreken van significante verschillen in eind-score tussen de twee condities.

Om er achter te komen waar de effecten van doelspecificiteit aan toegeschreven kunnen worden, zal

meer onderzoek gedaan moeten worden. De kinderen in de ND-conditie deden gemiddeld wel degelijk langer over het onderzoek dan de SED-conditie maar deze verschillen bleken niet significant. Bij vervolg onderzoek wordt aangeraden om de kinderen individueel, of in ieder geval in kleine groepjes te onderzoeken. Bij de grote groep is vermoedelijk toch het overzicht kwijtgeraakt en hier hebben een aantal leerlingen mogelijk niet serieus mee gedaan of het gevoel gehad dat ze geen vragen konden stellen. Ook wordt er aangeraden proefpersonen te onderzoeken die op de middelbare school zitten.

Referenties:

Berry, D. C., & Broadbent, D. E. (1984). On the relationship between task performance and associated verbalizable knowledge. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 36(2), 209-231.
DOI:10.1080/14640748408402156

Burns, B. D., & Vollmeyer, R. (2002). Goal specificity effects on hypothesis testing in problem solving. *The quarterly journal of experimental psychology section A: Human experimental psychology*, 55:1, 241-261,
DOI: 10.1080/02724980143000262

Geddes, B. W., & Stevenson, R. J. (1997). Explicit learning of a dynamic system with a non-salient pattern. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, 50(4), 742-765.

Klahr, D., & Dunbar, K. (1988). Dual space search during scientific reasoning. *Cognitive science*, 12(1), 1-48.
DOI:10.1207/s15516709cog1201_1

Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving* (Vol. 104, No. 9). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Miller, C. S., Lehman, J. F., & Koedinger, K. R. (1999). Goals and learning in microworlds. *Cognitive Science*, 23(3), 305-336. DOI10.1016/S0364-0213(99)00007-5

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive science*, 12(2), 257-285. DOI:10.1207/s15516709cog1202_4

Sweller, J., & Levine, M. (1982). Effects of goal specificity on means–ends analysis and learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 8(5), 463. DOI:10.1037/0278-7393.8.5.463

Trumpower, D. L., Goldsmith, T. E., & Guynn, M. J. (2004). Goal specificity and knowledge acquisition in statistics problem solving: Evidence for attentional focus. *Memory & cognition*, 32(8), 1379-1388.
DOI:10.3758/BF03206328

Vollmeyer, R., Burns, B. D., & Holyoak, K. J. (1996). The impact of goal specificity on strategy use and the acquisition of problem structure. *Cognitive Science*, 20(1), 75-100.
DOI:10.1207/s15516709cog2001_3

Wirth, J., Künting, J., & Leutner, D. (2009). The impact of goal specificity and goal type on learning outcome and cognitive load. *Computers in Human Behavior*, 25(2), 299-305.
DOI:10.1016/j.chb.2008.12.004

Bijlage 1

Algemene klassikale instructie

Goedemorgen/middag allemaal

Ik zal me even voorstellen. Ik ben Joske en ik studeer psychologie op de universiteit in Enschede. Ik zit in mijn derde jaar, en ik ben op dit moment bezig met mijn afstudeeronderzoek. Hiermee gaan jullie mij helpen. Ik zal het even kort uitleggen wat de bedoeling is. Jullie gaan straks op de computer bezig met een opdracht. Het gaat om een fruitmachine (PLAATJE), zo ziet hij er uit. Hij werkt niet zoals een normale fruitmachine. Bij een normale fruitmachine klik je op een knop, dan trek je aan de hendel en gaan de raden boven de aangeklikte knop draaien (verduidelijken met plaatje). Hier kunnen jullie straks mee oefenen. Na het oefenen krijgen jullie te maken met een rare fruitmachine. Deze werkt niet zoals een normale fruitmachine. Wanneer je nu bijvoorbeeld op de rode knop drukt gebeurt er niets, en wanneer je op rood en groen drukt gaat geel ineens draaien (verduidelijken met plaatje). Het is de bedoeling dat jullie uitzoeken hoe deze rare fruitmachine werkt. Eerst komt er een uitleg en het is belangrijk dat je die goed leest. Daarna kunnen jullie gaan oefenen met de rare fruitmachine. Dit kan zo lang als je zelf wilt. Het is belangrijk dat je pas stopt met het onderzoeken van de fruitmachine als je weet hoe deze werkt. en komen er een aantal vragen. Probeer deze vragen zo goed mogelijk te beantwoorden. Als je tijdens het onderzoek iets wilt vragen kan dat gewoon. Ik zit gewoon bij jullie in het (computer)lokaal.

Wanneer je klaar bent kom je even bij mij, dan zeg ik wie je op moet halen. Zijn er op dit moment vragen?

Dan stel ik voor dat de eerste leerlingen met mij meegaan naar een computer.