

Vinden van interactie-effecten bij onderzoekend leren met behulp van dynamische visualisaties.

Bachelorthese

Anne Winkler, s1368184

Faculty of Behaviour, Management and Social Sciences

Psychology/

Eerste begeleider: Dr. P. Wilhelm

Tweede begeleider: Dr. Bas Kollöffel

UNIVERSITEIT TWENTE.

Enschede, 5 juni 2015

Samenvatting

In dit onderzoek is onderzocht wat het effect is van dynamische visualisaties op het vinden van interactie-effecten. Leerlingen van een basisschool in Arnhem ($n = 47$) werden verdeeld over een controle conditie en een experimentele conditie. In de controle conditie kregen de leerlingen geen interventie waarna ze twee blaadjes met sets van experimenten moesten interpreteren waar interactie-effecten, hoofdeffecten en irrelevante effecten in ontdekt konden worden. Deze sets waren afkomstig van twee verschillende taken, de Peter taak en de Planttaak. In de experimentele groep kregen de kinderen wel een interventie, namelijk twee video's waarin de interactie-effecten gevisualiseerd werden. Verwacht werd dat leerlingen in de experimentele conditie vaker interactie-effecten zouden ontdekken in de sets dan leerlingen in de controle conditie. Ook is er getest of leerlingen spontaan mechanismen benoemden. Dit zijn interpretaties van de experimenten die duiden op de aanwezigheid van interacties, maar waarbij de betrokken variabelen niet expliciet worden benoemd. In de Peter taak scoorde de experimentele groep significant hoger op het vinden van interacties. In de Planttaak was dit niet het geval. Dit kan te maken hebben met voorkennis over het taakdomein en duidelijkheid van de instructie. Bij het vinden van de juiste mechanismen scoorde de experimentele groep in beide gevallen significant hoger. Dit zou een indicatie kunnen zijn dat leerlingen, ondanks dat ze het interactie-effect nog niet correct kunnen benoemen, hun conceptuele kader voor interacties door de interventie is vergroot.

Summary

Aim of this study was to examine the effect of dynamic visualizations on detecting interaction-effects in sets of experiments. The study was conducted with primary school children ($n=47$) from one elementary school. The children were divided in a control condition and experimental condition. The children in the control condition received no intervention and two inquiry learning tasks in which they needed to interpret the main effects, irrelevant effects and interaction-effects. The children in the experimental condition watched two video's with a dynamic representation of the interaction-effects. The students were also tested on mentioning mechanisms that referred to interaction-effects: the effect of the combination of two variables.

Differences were found in the Peter task between the experimental and control group in recognizing interaction-effects. For the mechanisms there were differences found in both of the tasks. The absence of the significant difference in the Plant task may have to do with experience with the task domain and the clarity of instruction. But the both significant

differences of the mechanisms show that the instruction helps them further in their way to find interaction-effects.

Vinden van interactie-effecten bij onderzoekend leren met behulp van dynamische visualisaties.

Studies over de kennis en vaardigheden van studenten laten zien dat weinig van deze studenten voorbereid zijn op de vereisten van de maatschappij en de werkvloer (De Jong, 2006). Om beter voorbereid te zijn moeten curricula ontwikkeld worden die studenten helpen om hun eigen leren te reguleren, nieuwe kennis te blijven ontwikkelen, en hen leren hoe ze bestaande kennis kunnen updaten (De Jong, 2006).

Onderzoekend leren is een mogelijkheid om op deze manier te leren kennis op te doen (De Jong, 2006). Onderzoekend leren wordt gedefinieerd als een activiteit waarbij studenten bepaalde fenomenen onderzoeken en daar conclusies over trekken (de Jong & van Joolingen, 1998). Het heeft als doel om oorzaak en gevolg relaties te onderzoeken bij verschillende variabelen die worden aangeboden (Kuhn, 2000). Het proces bestaat uit een aantal fasen: 1. Oriëntatie. 2. Genereren van hypothesen. 3. Experimenteren. 4. Het bereiken van conclusies (De Jong, 2006).

Ondanks het feit dat onderzoekend leren steeds populairder wordt in het onderwijs, hebben leerlingen wel moeite met deze manier van leren (Zohar, 1995). Onderzoek wijst uit dat het leggen van verbanden tussen variabelen voor leerlingen moeilijk is. Leerlingen hebben vaak moeite met het interpreteren van de effecten van onafhankelijke variabelen op afhankelijke. Bijvoorbeeld bij een onderzoek over hoe groot een plant wordt. De temperatuur kan effect hebben, en de grootte van de pot, en waar de plant staat. Zo zijn er meer dingen die effect kunnen hebben en leerlingen hebben vaak moeite met bepalen wat het grootste effect heeft en waarom (Zohar, 1995).

Interactie-effecten

Dit fenomeen kan zich met name voordoen als er een interactie effect is tussen variabelen. Dit effect vindt plaats als een variabele afhankelijk is van het niveau van een andere variabele (Zohar, 1995). Een voorbeeld is een onderzoek dat gaat over leeromstandigheden in scholen. Een assistent-docent kan helpen om de prestatie van leerlingen te verhogen, maar de invloed hiervan kan ook afhangen van de grootte van de klas.

Een assistent-docent kan invloed hebben in een grote klas, maar dit kan in een kleine klas niet zoveel verschil maken. Het effect van de variabele ‘‘assistent-docent’’ hangt dan af van een andere variabele ‘‘de grootte van de klas’’ (Zohar, 1995). Een ander voorbeeld is de snelheid van het fotosynthese proces dat wordt beïnvloed door de hoeveelheid koolstofdioxide in de lucht. Dit kan afhangen van veel dingen. Bijvoorbeeld, als de temperatuur hoog is heeft het wel effect op de koolstofdioxide in de lucht, en als de temperatuur laag is niet. Het effect van de variabele ‘‘concentratie koolstofdioxide’’ hangt dus af van een andere variabele ‘‘temperatuur’’ (Zohar, 1995).

Moeilijkheden bij het vinden van interactie-effecten

Interacties zijn vaak moeilijk te herkennen in een onderzoekend leren taak. Dit kan leiden tot veel misinterpretaties (Zohar, 1995). Zohar (1995) onderscheidt vier aspecten die het moeilijk maken om interacties te herkennen (Zohar, 1995).

De eerste moeilijkheid is ‘‘Lacking the Double Set of Comparisons Strategy’’. Dit houdt in dat leerlingen moeite hebben met het adequaat toepassen van strategieën om het interactie-effect te herkennen. Bij het onderzoeken van interactie-effecten worden meestal niet de juiste vergelijkingen gemaakt die nodig zijn om het effect aan te kunnen tonen. Een voorbeeld is het boot experiment (Zohar, 1995). In dit experiment zijn er vijf variabelen die effect kunnen hebben op de snelheid van de boot. De onafhankelijke variabelen die hier effect op kunnen hebben: 1) Grote of kleine boot, 2) Wel of geen gewicht, 3) diep, middeldiep of ondiep water, 4) groot of klein zeil, 5) rood of groen zeil. Om een interactie te onderzoeken tussen de grootte van de boot en het gewicht moeten de volgende experimenten worden uitgevoerd: 1) Grote boot met gewicht, 2) Grote boot zonder gewicht, 3) kleine boot met gewicht, 4) kleine boot zonder gewicht. Zo kan er een dubbele vergelijking worden gemaakt. De uitkomsten in experiment één en twee zijn hetzelfde, er is geen effect. De uitkomsten in experiment drie en vier zijn echter verschillend, de boot gaat sneller in experiment vier dus is er een interactie tussen de grootte van de boot en het gewicht.

Als tweede benoemt Zohar ‘‘Lacking the Conceptual Framework for Interacting Factors’’, het ontbreken van een conceptueel kader. Het conceptueel kader is de kennis over een bepaald onderwerp waarin je nieuwe bevindingen over dit onderwerp kunt interpreteren (Zohar, 1995). Als het conceptueel kader over interactie-effecten ontbreekt is het vaak moeilijk voor leerlingen om interactie-effecten te plaatsen in een context. Bijvoorbeeld bij het hierboven genoemde bootexperiment blijkt dat gewicht bij een kleine boot wel verschil maakt en bij een grote niet, maar dit wordt niet gezien als interactie-effect omdat leerlingen niet in

staat zijn om hier betekenis aan te geven.

Het derde probleem wat Zohar noemt is ‘‘Diversion of Attention to Other Features’’. Leerlingen worden soms afgeleid door andere irrelevante variabelen bij het zoeken naar een interactie-effect. Een voorbeeld in het bootexperiment is als kinderen hun aandacht eerst richten op het effect van de grootte van de boot op de snelheid van de boot, vervolgens op het gewicht en hierna op de kleur van het zeil. Als een kind bijvoorbeeld de effecten van de grootte van de boot en het gewicht met elkaar in verband wil brengen, wordt het afgeleid door de mogelijke effecten van andere variabelen, zoals de snelheid van de boot en de kleur van het zeil. Zodra kinderen op het spoor lijken te zitten raken ze dan al snel weer het spoor bijster (Zohar, 1995).

Als laatste probleem benoemt Zohar ‘‘Maintaining Necessary Control of Other Variables’’. Het constant houden van andere variabelen is van groot belang omdat er anders geen geldige oorzaak-gevolg relaties kunnen worden vastgesteld. Mogelijk worden er dan interactie-effecten ontdekt die er niet zijn (Zohar, 1995). Het is bijvoorbeeld van zeer groot belang bij het bootexperiment dat bij het onderzoeken van de interactie de andere variabelen constant worden gehouden. Dus bijvoorbeeld bij het onderzoeken van de interactie tussen grootte van de boot en het gewicht, niks te veranderen aan de variabelen diepte, maat van het zeil en kleur van het zeil.

Het gebruik van visuele instructies

Zonder goede ondersteuning, is onderzoekend leren voor kinderen vaak niet effectief (Hagemans, van der Meij & de Jong, 2013). Daarom bevatten leeromgevingen hulpmiddelen om het onderzoekend leren proces te bevorderen. Hulpmiddelen helpen de leerlingen met taken die anders te moeilijk voor ze zijn, nemen een deel van de activiteit over, of ze geven hints of extra informatie over de activiteit (Hagemans, van der Meij & de Jong, 2013). Een voorbeeld hiervan is gevisualiseerde instructie.

Gevisualiseerde instructies worden veel gebruikt in instructiedomeinen, waar ze het gemakkelijker maken om relaties tussen complexe variabelen te ontdekken (Brucker, Scheiter & Gerjets, 2014). Het congruentie principe stelt dat de externe presentatie van wat je moet leren aan dient te sluiten bij de interne representatie die nodig is voor relevant begrip van de inhoud (Arguel & Jamet, 2009). Dit houdt in dat een instructie goed aan moet sluiten op wat er nodig is om de taak die geleerd moet worden te begrijpen. Onder visuele instructies vallen 3D animaties gemaakt met een computer, video animaties, maar ook foto's in een beeldverhaal (Arguel & Jamet, 2009).

Dynamische visualisaties worden vaak gebruikt om beweging te laten zien en de relatie tussen verschillende objecten aanschouwelijk te maken, onder andere bij taken waarin causale relaties een rol spelen (Brucker, Scheiter & Gerjets, 2014). Zoals bijvoorbeeld, in de boottaak die hierboven beschreven is, waarin een interactie effect te vinden is door een dubbele vergelijking te maken tussen de niveaus van de variabelen gewicht en de grootte van de boot. Om te zien of de boot sneller gaat in een kleine boot zonder gewicht, moet het effect van de ene onafhankelijke variabele op de andere worden herkend. In een video kan aanschouwelijk worden gemaakt dat de kleine boot veel langzamer beweegt met gewicht dan zonder gewicht, en zou er dus opgemerkt kunnen worden dat het gewicht effect heeft bij een kleine boot. Er is bewijs dat dynamische visualisaties effectiever zijn dan statische visualisaties bij leertaken waarin causaliteit een rol speelt.(Brucker, Scheiter & Gerjets, 2014).

Of een dynamische visualisatie effectief is hangt af van een aantal aspecten. Als eerste hangt het af van het leerdomein waarin dynamische animaties worden gebruikt, hieronder valt de inhoud, de leertaak zelf en het soort kennis dat de leerling op moet doen (Brucker, Scheiter & Gerjets, 2014). Voor het puur opdoen van feitelijke kennis is een dynamische visualisatie weinig effectief, maar als perceptuele kennis een rol speelt zijn ze effectiever (Brucker, Scheiter & Gerjets, 2014).

Als tweede is een belangrijk aspect hoe de visualisatie is ontworpen. De hoeveelheid relevante visuele details kan van belang zijn bij het wel of niet cognitief kunnen verwerken van de visualisatie (Brucker, Scheiter, Gerjets, 2014). Teveel details in de visualisatie kunnen ervoor zorgen dat het niet meer op een ‘real-world visualisatie’ lijkt. Verder kunnen individuele karakteristieken van leerlingen een rol spelen bij het begrijpen van visualisaties. Leerlingen die ruimtelijk beter zijn ingesteld, zijn vaak ook beter in het interpreteren van dynamische visualisaties. (Brucker, Scheiter, Gerjets, 2014).

Huidig onderzoek

Dit onderzoek richt zich op een van de problemen die Zohar noemde, namelijk het ontbreken van het conceptuele kader (Zohar, 1995). Om het conceptuele kader aan te kunnen brengen of te vergroten, en het proces van het vinden van interactie-effecten te stimuleren zouden dynamische visualisaties kunnen worden ingezet. Zoals hierboven beschreven blijken dynamische visualisaties effectief bij causale leertaken, waar ook taken die interactie-effecten bevatten, onder vallen.(Brucker, Scheiter, Gerjets, 2014).

De instructie-interventie die in dit onderzoek wordt gebruikt is gericht op het aanbrengen van het geheel van samenhangende begrippen en connecties tussen de variabelen

in een onderzoekend leren taak. Met name het mechanisme dat de interactie tussen twee variabelen verklaart wordt aanschouwelijk gemaakt. De verwachting is dat leerlingen door het zien van een dynamische visualisatie die dit doelt dient, de interactie in een taak beter zullen duiden dan leerlingen die deze interventie niet krijgen.

In dit experiment is voor een vorm van data-reading (Kuhn, 2000) gekozen wat betekent dat leerlingen data wordt aangeboden, ze hoeven dus niet zelf te experimenteren. Dit legt volledige focus op het duiden en herkennen van interactie-effecten.

De onderzoeksgroep die is gekozen zijn leerlingen van de basisschool. De reden dat deze groep is gekozen is om te onderzoeken of leerlingen die cognitief wel in staat zijn om deze taken uit te voeren, ondanks dat het moeilijk wordt gevonden, toch ondersteund kunnen worden met een instructie. Volgens De Jong (2006) is het goed om te onderzoeken of kinderen op jongere leeftijd al onderzoekend kunnen leren..

Onderzoeksvraag en hypothesen

De onderzoeksvraag die in dit onderzoek wordt beantwoord is: ‘Leidt het aanbieden van dynamische visualisaties tot het beter duiden en herkennen van een interactie-effect in onderzoekend leren?’. De interventie wordt ingezet in de experimentele conditie. De nulhypothese die hierbij hoort is dat er geen verschil is in het duiden van interactie-effecten tussen de experimentele groep die de interventie krijgt en de controle groep die hem niet krijgt. De alternatieve hypothese is dat er wel verschil is namelijk dat de experimentele groep vaker interactie-effecten zal vinden.

Methode

Proefpersonen

De proefpersonen die hebben meegedaan aan dit onderzoek zijn afkomstig van een basisschool in Arnhem. In totaal hebben er 47 leerlingen meegedaan waarvan 22 jongens en 25 meisjes. De gemiddelde leeftijd was 11.45 jaar ($SD = 0.50$, range 11 -12). De proefpersonen zijn in twee condities opgedeeld, het experimentele conditie en het controle conditie (Zie Tabel 1 voor verdeling proefpersonen in de condities). De proefpersonen zijn verdeeld over de condities op basis van hun toekomstig middelbare school advies. Hiervoor ontving de onderzoeker een lijst van een van de docenten met daarop of de kinderen een VMBO, HAVO of VWO advies zouden krijgen. De leerkracht kon de CITO scores niet

overhandigen i.v.m privacy redenen, maar de adviezen mochten worden ingezien zonder toestemming van de ouders/verzorgers. In alle condities zaten ongeveer evenveel jongens als meisjes. Welke precies per geslacht en niveau gelijk ingedeeld konden worden (Tabel 1). Voor aanvang van het onderzoek is toestemming gevraagd aan de ouders van de kinderen, wegens minderjarigheid. Er is gebruik gemaakt van de passieve toestemming wat betekent dat als een ouder geen gehoor geeft er van toestemming wordt uitgegaan (dit wordt ook zo aan de ouders gemeld) en als de ouder niet instemt een melding aan de onderzoeker moet worden gegeven (Bijlage 14).

Tabel 1. Verdeling proefpersonen

Conditie	Aantal	Geslacht (M:V)	Leeftijd (SD)
Controle	23	10:13	11.35 (0.49)
Experimenteel	24	12:12	11.54 (0.51)

	VMBO (m:v)	HAVO (m:v)	VWO (m:v)
Controle	7 (3:4)	7 (3:4)	9 (4:5)
Experimenteel	7 (3:4)	7 (3:4)	10 (5:5)

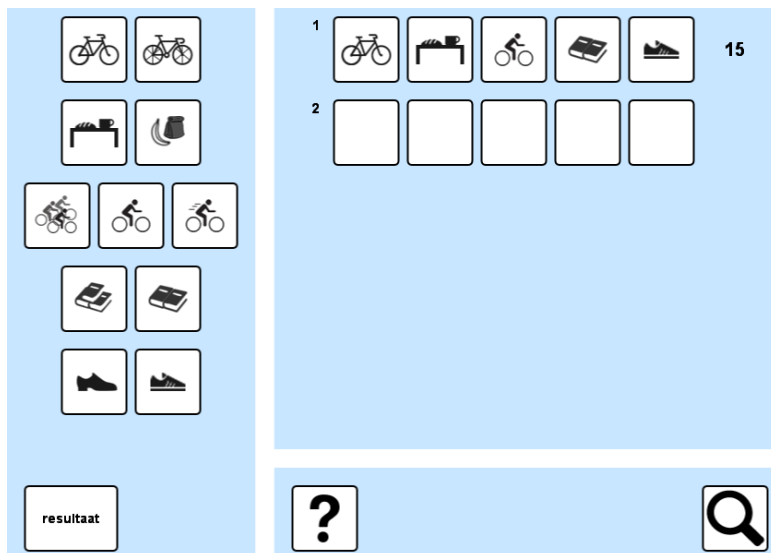
Materialen

Sets van experimenten. Voor dit onderzoek zijn sets van experimenten met uitkomsten afkomstig van afbeeldingen uit computertaken gebruikt waarin proefpersonen relaties tussen variabelen kunnen onderzoeken. Voor het maken van deze afbeeldingen is een vernieuwde versie van het FILE (Flexible Inquiry Learning Environment) programma gebruikt (Hulshof, Wilhelm, Beishuizen & Van Rijn, 2005). In dit programma zijn verschillende onafhankelijke variabelen weergegeven waarvan de effecten op één afhankelijke variabele onderzocht kunnen worden. Er zijn twee taken gebruikt om de herkenning van interactie-effecten bij kinderen te onderzoeken; de Petertaak en de Planttaak. Deze worden hieronder beschreven.

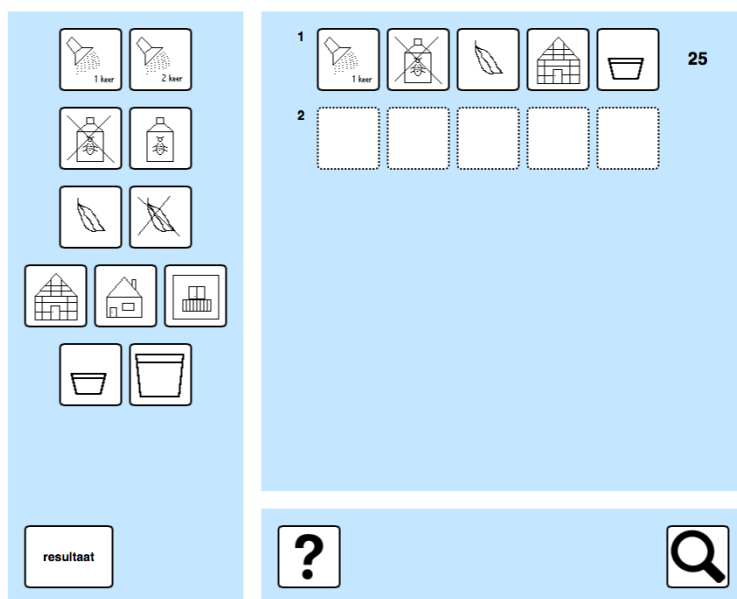
De eerste taak die wordt toegelicht is de Petertaak (zie Figuur 1). Peter fietst naar school toe. De afhankelijke variabele is hoe laat hij op school komt. Hoe laat Peter op school komt kan worden beïnvloed door vijf onafhankelijke variabelen. Peter kan kiezen tussen een racefiets of een normale fiets, aan tafel ontbijten of onderweg, in het tempo van zijn vrienden fietsen in zijn eigen tempo of zo snel als hij kan, extra boeken meenemen of alleen de boeken die hij echt nodig heeft, en als laatste om zijn normale schoenen aan te trekken of zijn sportschoenen. In deze taak is een hoofdeffect aanwezig, twee irrelevante effecten en een

interactie-effect. Het dragen van sportschoenen of gewone schoenen en het aantal benodigde boeken heeft geen effect en is dus irrelevant. De variabelen thuis ontbijten of op de fiets ontbijten en het gebruiken van een gewone fiets of racefiets hebben een interactie-effect. Wanneer Peter op zijn racefiets naar school fietst en thuis ontbijt komt hij op tijd, wanneer hij op zijn racefiets naar school fietst en op zijn fiets ontbijt komt hij vijftien minuten te laat. Wanneer hij op zijn gewone fiets naar school fietst, maakt hij niet uit of hij thuis of op de fiets ontbijt, hij komt dan sowieso tien minuten te laat. Het tempo van het fietsen heeft een hoofdeffect, wanneer Peter samen met zijn vrienden Fred en Jos fietst, zal hij sowieso vijf minuten later op school aankomen.

De andere taak die is gebruikt is de Planttaak (zie Figuur 2). Deze taak heeft dezelfde onderliggende variabelenstructuur als de Peter taak. In de Planttaak is de afhankelijke variabele de lengte van de plant. De onafhankelijke variabelen die hier invloed op kunnen hebben zijn één of twee keer per week water geven, wel of geen gebruik maken van insecticide, wel of geen dode bladeren in de bloempot leggen, de locatie van de plant: binnen in huis, op het balkon of in een broeikas, en het gebruiken van een grote of kleine bloempot. De irrelevante variabelen bij deze taak zijn het wel of niet gebruik maken van insecticide en het wel of niet plaatsen van dode bladeren in de bloempot. Het hoofdeffect bij deze taak is de plaats waar de plant groeit. De plant groeit in een kas en op het balkon beter dan in huis. Het interactie-effect bij deze taak is tussen de variabelen één of twee keer water geven per week en de grootte van de bloempot. Als de plant in een kleine pot zit, heeft deze maar één keer per week water nodig. Zodra de plant dan twee keer per week water krijgt, verdrinkt hij. In de grote pot is er geen verschil.



Figuur 1. Weergave Petertaak



Figuur 2. Weergave Planttaak

Pretest. Om de voorkennis van de leerlingen te meten over effecten van variabelen in de taakdomeinen is een test ontwikkeld die twee weken voor het echte onderzoek werd gegeven. Met name werd met deze test onderzocht of de leerlingen voorafgaand al interactie-effecten noemden in relatie tot het taakdomein. De pretest bestaat uit zes vragen over de Petertaak en zes vragen over de Planttaak. De eerste vijf vragen over elke taak gaan over de invloed van steeds één variabele op de onafhankelijke variabele, en de laatste vraag over of er nog andere mogelijke invloeden kunnen zijn als het gaat om effecten tussen variabelen. De eerste vijf

vragen in de pretest zijn niet geanalyseerd voor het interactie-effect omdat alleen de zesde vraag hier inzicht over kan geven, want deze gaat namelijk over een combinatie tussen variabelen. De laatste vraag is gesteld om te kijken of kinderen vooraf al interactie-effecten veronderstelden. Een voorbeeld vraag over de Petertaak is: ‘‘ Peter kan kiezen of hij met de racefiets naar school gaat of met de normale fiets. Welke invloed denk jij dat de twee type fietsen hebben op de aankomsttijd van Peter op school?’’. Een voorbeeld vraag over de Planttaak is ‘‘Janneke kan kiezen of zij het plantje één of twee keer per week water geeft. Welke invloed denk jij dat de twee factoren hebben op de groei van de plant?’’ (Bijlage 10 & 11).

Dynamische visualisaties. Voor de experimentele groep is een tweetal dynamische visualisaties ontwikkeld om het herkennen en duiden van interactie-effecten te stimuleren. Voor de Petertaak werd een korte video gemaakt van iemand die aan het ontbijten is op een racefiets en hierdoor scheef gaat fietsen en bijna van haar fiets valt. De video laat zien dat eten op een racefiets onhandig is en de snelheid daardoor wordt beperkt. In beide de video’s worden de achterliggende mechanismen voor interactie-effecten laten zien. Een causaal mechanisme legt uit waardoor een oorzaak leidt tot een bepaald effect (Koslowski, 1996). In de Petertaak is dit dus ‘‘Als je onder het fietsen eet, dan ga je niet snel.’’

Voor de Planttaak is een video gemaakt van iemand die een plant water geeft en te zien is dat de plant langzaam dood gaat als hij teveel water krijgt (Bijlage 8 & 9). Ook deze video laat een causaal mechanisme zien namelijk: ‘‘Als een plant teveel water krijgt verdrinkt hij en gaat hij dood.’’

Antwoordbladen. Voor de experimentele en controle groep zijn antwoordbladen gemaakt, één voor beide taken. Het antwoordblad van de controle groep van de Petertaak en de Planttaak bestaat uit zes experimenten afkomstig van het computer programma FILE (Figuur 3).



Figuur 3. Weergave antwoordbladen controle groep Planttaak en Petertaak.

De experimentele groep ontving precies dezelfde antwoordbladen maar onder elk blad staat nog een hulpgevende tekst die bedoeld is om de kinderen te helpen herinneren aan de boodschap van de video (Zie Figuur 4). Bij de Petertaak is deze tekst: “Als je op een fiets voorover gebogen zit, kun je moeilijk iets met je handen doen. Fietsen gaat dan niet snel.” Bij de planttaak is deze tekst: “Als planten teveel water krijgen, kunnen ze verdrinken en doodgaan. Planten worden dan niet groot.” Dit is gedaan om de leerlingen de boodschap van de video te onderstrepen.

1						20
2						20
3						0
4						15
5						20
6						15

Als je op een fiets voorover gebogen zit, kun je moeilijk iets met je handen doen. Fietsen gaat dan niet snel.

1						27
2						12
3						27
4						17
5						17
6						23

Als planten teveel water krijgen, kunnen ze verdrinken en doodgaan. Planten worden dan niet groot.

Figuur 4. Antwoordbladen experimentele groep Petertaak en Planttaak

Procedure

Het eerste deel van het onderzoek was de pretest. Deze werd klassikaal twee weken voor het onderzoek afgenomen bij alle 47 leerlingen die deelnamen aan het onderzoek. Voor het maken van de pretests was een tijd ingelast van 20 minuten. Het tweede deel van het onderzoek wat twee weken later plaatsvond, was het uitvoeren van de Plant en Petertaak in de verschillende condities zoals hieronder beschreven.

Controle conditie

In deze conditie kregen de leerlingen geen visualisatie te zien. De controle groep was opgedeeld in twee subgroepen. De eerste subgroep, twaalf leerlingen, begon met het interpreteren van data uit de Petertaak en daarna de Planttaak. Het tweede deel, elf leerlingen, begon met de planttaak en deed daarna de Petertaak. Zie Tabel 2 voor een overzicht van het design.

Tabel 2. Overzicht van de vier onderzoeksgroepen

Groep	N	Conditie	Taak 1	Taak 2
Controle1	12	Geen interventie	Peter	Plant
Controle2	11	Geen interventie	Plant	Peter
Experiment1	12	Video groep	Peter	Plant
Experiment2	12	Video groep	Plant	Peter

Het onderzoek werd individueel uitgevoerd met de onderzoeker. Voor het onderzoek was een aparte kamer beschikbaar gesteld. De leerling nam plaats tegenover de onderzoeker. De onderzoeker doorliep een gestandaardiseerd protocol (zie Bijlage 1). Bij controle groep één begon de onderzoeker met de instructie van de Peter-taak (Bijlage 6). De onderzoeker instrueerde de leerlingen door te vertellen dat er met het FILE programma experimenten kunnen worden gemaakt over Peter die naar school fietst, en wat de mogelijkheden zijn hoe laat hij op school kon komen. Vervolgens vertelde zij dat er vijf variabelen zijn met bepaalde waardes, of niveaus. De onderzoeker legde de betekenis van de niveaus van de variabelen één voor één uit. Vervolgens liet de onderzoeker een voorbeeld experiment zien en legde uit dat achter elk experiment (zie Figuur 1) de aankomsttijd weergegeven is hoe laat Peter op school komt. Het antwoordblad met zes experimenten werd overhandigd en er werd een vraag gesteld (Bijlage 2). Deze vraag luidde: “Hier zie jij zes experimenten, kan jij mij vertellen wat allemaal invloed heeft op hoe laat Peter op school komt en waarom jij dat denkt?”. Als tweede gaf de onderzoeker instructie over de Plant-taak (Bijlage 7). De onderzoeker instrueerde de leerling op dezelfde manier als bij de Peter-taak, maar dan inhoudelijk over de Plant-taak. De plant kon verschillende lengtes aannemen, welke in centimeters achter een experiment te zien zijn. Vervolgens werd het antwoordblad overhandigd en werd weer dezelfde vraag gesteld (Bijlage 3), maar nu voor de Plant-taak. Bij controle groep 2 doorliep de onderzoeker hetzelfde protocol maar in omgekeerde taakvolgorde (counterbalancing).

Het antwoord dat elke leerling gaf werd opgenomen en later gecodeerd door de onderzoeker. De onderzoeker gaf de leerling maximaal tien minuten om antwoord te geven. Als de leerling stopte met praten eerder dan dat de tien minuten waren afgelopen, stelde de onderzoeker de vraag “Heb jij verder nog ideeën?” als de leerling “Nee” zei stopte de onderzoeker de opname, als de leerling verder praatte liet de onderzoeker de leerling verder praten. Deze vraag stelde de onderzoeker maximaal twee keer.

Experimentele conditie

In deze conditie kregen de leerlingen een dynamische visualisatie aangeboden. De experimentele groep was ook opgedeeld in twee subgroepen. De eerste subgroep, begon met het interpreteren van de experimenten uit de Petertaak en vervolgde met Planttaak, de andere subgroep deed dit in omgekeerde volgorde.

De procedure van de experimentele conditie verliep precies hetzelfde als die van de controle conditie, met als enige verschil dat de video's werden getoond. Voordat de onderzoeker het blaadje met de verschillende experimenten overhandigde werd de visualisatie ingezet. De leerling kreeg daartoe de video te zien van iemand op een racefiets die moeite heeft met ontbijten (Bijlage 8). Vervolgens werd de kaart met de zes experimenten over Peter overhandigd en werd de vraag gesteld (Bijlage 4). In tegenstelling tot de controle groep stond bij de experimentele groep onder het antwoordenblad als herinnering aan het filmpje de zin "Als je op een fiets voorover gebogen zit, kun je moeilijk iets met je handen doen. Fietsen gaat dan niet snel." Het doel van deze video was om het mechanisme dat de interactie tussen twee variabelen verklaart te visualiseren om zo de kans op het duiden en herkennen van het interactie-effect bij de leerling te vergroten.

Design

In dit onderzoek werd een 2x2 between-subjects design gebruikt. Vaardigheden worden twee keer gemeten in een pre-test en een post-test. Dit design wordt gevormd door twee variabelen; 'wel of geen video interventie' en 'volgorde van interpretatie taken 1 en 2'. De vier groepen zijn in Tabel 2 weergegeven.

Scoring en data-analyse.

Scoring pretest

Wat opviel in de pretest is dat leerlingen ook mechanismen opschreven. Dus in plaats van interacties te benoemen schreven zij "onderweg eten is onhandig" of "teveel water geven is niet goed". Aangezien leerlingen hier blijk lijken te geven van effecten waar meer dan één variabele betrokken zouden kunnen zijn is een apart scoringsprotocol gemaakt voor zowel de pretest als het antwoordenblad. Er is gescoord op het vinden van correcte mechanismen (correct volgens het onderliggende variabelenmodel) en onjuiste mechanismen. In Tabel 3 is het coderingsschema van de Planttaak te zien en in Tabel 4 het coderingsschema van de Petertaak. De juiste en onjuiste mechanismen zijn apart gecodeerd in SPSS. Voor de

Petertaak is er geen voorbeeld van een incorrect mechanisme gevonden.

Tabel 3. Coderingsschema mechanismen Planttaak.

<i>Coderingsschema Plant</i>	Correct mechanisme	Incorrect mechanisme
Level 1 (score 0)	Geen mechanisme	Geen mechanisme
Level 2 (score 1)	Correct mechanisme ‘‘De plant moet niet teveel water krijgen’’	Incorrect mechanisme: ‘‘Een plant heeft alleen binnen extra bladeren nodig’’

Tabel 4. Coderingsschema mechanismen Petertaak.

<i>Coderingsschema Plant</i>	Correct mechanisme	Incorrect mechanisme
Level 1 (score 0)	Geen mechanisme	Geen mechanisme
Level 2 (score 1)	Correct mechanisme ‘‘Ontbijten op de fiets is onhandig’’	Geen mogelijk.

Scoring antwoordenblad

Om de antwoorden van de leerlingen op de posttest voor interacties te scoren is een scoringsprotocol gemaakt (zie Tabel 5 en 6). Dit scoringsprotocol is afgeleid van van Leuteren (2014) en heeft vijf niveaus of levels. De leerling kon een score ontvangen van 1, 2, 3, 4 of 5. Het volgende protocol is gehanteerd: 1. Geen interactie ontdekt; 2. Verkeerde interactie ontdekt; 3. De juiste interactie ontdekt, maar niet of verkeerd beschreven; 4. De juiste interactie ontdekt, maar onvolledig beschreven; 5. De juiste interactie ontdekt en volledig beschreven (Tabel 5&6).

Ook bij het antwoordenblad is gescoord op mechanismen. Hier zijn dezelfde tabellen gebruikt als bij de pretest (Tabel 3&4).

Tabel 5. Coderingsschema interacties Planttaak.

<i>Coderingsschema interacties Plant</i>	
Level 1	Geen interactie (geen verband tussen twee variabelen genoemd).
Level 2	Wel verband tussen variabelen maar incorrect (Bijv. Pot en plek waar plant groeit. Bijv. In een grote pot groeit de plant beter op een balkon).
Level 3	Wel verband tussen variabelen en correct (bijv. Pot x water geven. Bijv. De pot en water geven maken uit).
Level 4	De beschrijving van de (correcte) interactie is onvolledig (bijv. In een kleine pot wordt de plant kleiner met twee keer water ipv één keer water, de grote pot wordt niet genoemd).
Level 5	De beschrijving is volledig (bijv. In een kleine pot wordt de plant kleiner met twee keer water ipv. één keer water en in een grote pot maakt dat niet uit).

Tabel 6. Coderingsschema interacties Peteraak.

<i>Coderingsschema interacties Peter</i>	
Level 1	Geen interactie (Er is geen verband tussen twee variabelen genoemd).
Level 2	Wel verband tussen variabelen maar incorrect (Bijv. Fiets en soort schoenen. Bijv. Sportschoenen zijn handiger op een racefiets).
Level 3	Wel verband tussen variabelen en correct (bijv. Fiets x ontbijt. Bijv. op de fiets ontbijten is onhandig).
Level 4	De beschrijving van de (correcte) interactie is onvolledig (bijv. Op een racefiets kom je sneller op school als je thuis ontbijt ipv als je op de fiets ontbijt, de gewone fiets wordt niet genoemd).
Level 5	De beschrijving is volledig (bijv. Op een racefiets kom je sneller op school als je thuis ontbijt en langzamer als je op de fiets ontbijt en bij een gewone fiets maakt dat niet uit).

Resultaten

In de eerste paragraaf van de resultatensectie is de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid berekend in de posttest voor de totaal score van interacties op de posttest en de totaalscore van juiste mechanismen op de posttest.

In de tweede paragraaf worden de assumpties besproken van de totaal scores van interacties en mechanismen in de controle groep en experimentele groep om te kijken of de data normaal verdeeld zijn.

De derde paragraaf gaat in op alle scores van de interacties. Subparagraaf één beschrijft de beschrijvende statistieken van de interacties, subparagraaf twee beschrijft de totale scores over de twee groepen en de scores per taak over de groepen. En subparagraaf drie beschrijft de verschillen in scores tussen de twee taken.

De vierde paragraaf gaat in op alle scores van de juiste mechanismen. De onjuiste worden niet geanalyseerd omdat bijna de gehele groep hier 0 op scoorden. Subparagraaf één beschrijft de beschrijvende statistieken van de juiste mechanismen. Subparagraaf twee beschrijft de totale scores over de twee groepen en de scores per taak over de groepen van de juiste mechanismen. En subparagraaf drie beschrijft de verschillen in scores tussen de twee taken voor de juiste mechanismen.

1. Betrouwbaarheid scoring

Om de betrouwbaarheid van het scoringprotocol te bepalen is gebruik gemaakt van een tweede beoordelaar. Deze tweede beoordelaar heeft twintig opnames van de antwoorden op het antwoordenblad aan de hand van Tabel 3 t/m 6 gescoord. Aan de hand van Cohens kappa is de mate van overeenstemming berekend. De waarde van Cohen's Kappa bij de totaalscore van interacties (score Petertaak + Planttaak) .82 geeft aan dat de overeenstemming ruim voldoende is. Voor het scoringsprotocol van de mechanismen is de Cohens kappa .86 wat ook betekent dat de betrouwbaarheid ruim voldoende is.

2. Assumpties

Omdat de beschrijvend statistieken apart zijn besproken zijn hier alvast de assumpties voor het uitvoeren van de toetsen besproken. Om te kijken of de data normaal verdeeld zijn is de Smirnov test uitgevoerd. Interactie controle groep $p=.002$ experimentele groep ook. Mechanismen controle $p=.004$ en experimentele $p=.002$. Deze waarden zijn met een

significantieniveau van .05 niet significant wat betekent dat de waarden niet normaal verdeeld zijn. Omdat de waarden niet normaal verdeeld zijn is voor het analyseren van de data voor de Mann-Whitney U-test gekozen.

3. Resultaten interacties

Beschrijvende statistieken interacties

Niemand heeft in de pretest een interactie genoemd, alle leerlingen scoorde een “0.” Daarom zijn de pretest scores op interacties verder niet gebruikt voor analyse. In tabel 7 zijn de scores per groep weergegeven op de posttest en de scores per groep over de taken.

Tabel 7. Totale scores posttest interactie-effecten voor groepen en scores per groep over de taken heen

Posttest					
Controle	n	Gem	SD	Min	Max
Totaal score	23	3.52	1.83	2	9
Exp	n	Gem	SD	Min	Max
Totaal score	24	4.46	1.69	2	8
Posttest					
Controle	n	Gem	SD	Min	Max
Peter	23	2	1.17	1	4
Plant	23	1.52	1.08	1	5
Exp	N	Gem	SD	Min	Max
Peter	24	2.92	.97	1	4
Plant	24	1.54	1.18	1	5

Scores interacties over de groepen en tussen taken

Het verschil in scores voor het vinden van interactie-effecten tussen de controle en experimentele groep en het verschil in de scores tussen de controle en experimentele groep over de Peter en Planttaak zijn hieronder weergegeven.

Tussen de controle en experimentele groep toonde De ‘Mann-Whitney U test’ een waarde van $p = .049$. Als er een significantieniveau van .05 wordt gehanteerd ligt deze waarde hier net

onder. Dit betekent dat we de nulhypothese kunnen verwerpen en de alternatieve hypothese kunnen aannemen. De test toont hiermee aan dat er een significant verschil is tussen de experimentele en controle groep in het herkennen van interactie-effecten. Aangezien wij een eenzijdige overschrijdingskans willen krijgen: $H_a: \mu_E > \mu_C$ moet de tweezijdige overschrijdingskans door twee worden gedeeld. Dit levert een waarde op van .025. Deze kleinere p-waarde bevestigt alleen maar nog meer de conclusie dat de experimentele groep significant hoger heeft gescoord dan de controle groep (Tabel 8).

Tabel 8 . Resultaten Mann-Whitney U-test posttest controle groep en experimentele groep interacties.

	Groep	N	Mean Rank	Sum of ranks
Totale score	Controle	23	20.11	462.50
	Experiment	24	27.73	665.50

Test statistics

	Totale score
Mann-Whitney U	186.50
Wilcoxon W	462.50
Z	-1.969
Asymp. Sig. (2-tailed)	.049

Voor het verschil tussen de medianen voor de twee groepen over de taken apart is ook de Mann-Whitney U-test uitgevoerd.

Voor de Petertaak voor interacties was het verschil tussen de controle groep en experimentele groep significant $p=.009$. Eenzijdig is dit $p=.0045$.

Anderzijds is voor de Planttaak te zien dat het verschil in interacties tussen de controle groep en de experimentele groep niet significant is $p=.774$, en eenzijdig $p=.387$. Volgens de Mann-Whitney U-test kan er geconcludeerd worden dat er wel een significant verschil is tussen de controle en experimentele groep bij de Petertaak maar dat er geen significant verschil is tussen beide groepen bij de Planttaak (Tabel 9).

Tabel 9 .Mann-Whitney U-test voor beide taken apart scores interacties

	Groep	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Petertaak	C	23	19.00	437
	E	24	28.79	691
Planttaak	C	23	24.43	562
	E	24	23.58	566

Test statistics

	Petertaak	Planttaak	Totaalscore
Mann-Whitney U	161	266	186.50
Wilcoxon W	437	566	462.50
Z	-2.614	-.287	-1.969
P-waarde (2-tailed)	.009	.774	.049

Scores interacties verschil tussen groepen

In deze paragraaf is voor de interacties het verschil tussen de Petertaak en Planttaak getest.

Te zien is dat er met $p < .001$ er een significant verschil is tussen de antwoorden op de Petertaak en de antwoorden op de Planttaak. De scores op de Petertaak zijn significant hoger (Tabel 10).

Tabel 10. Mann Whitney U-test Verschil in scores interacties.

	Type	N(df)	Ranks	Sum of ranks
Score	Petertaak	47	57.52	2703.50
	Planttaak	47	37.48	1761.50
	Totaal	94		

Test statistics

	Score
Mann-Whitney U	633.500
Wilcoxon W	1761.500
Z	-3.944

P-waarde (2-tailed) .001

4. Scores mechanismen

Beschrijvende statistieken mechanismen

In de Petertaak en bij de Planttaak werden slechts twee onjuiste mechanismen genoemd. Om die reden zijn deze scores ook niet meegenomen in de analyse en slechts weergegeven in de eerste tabel met frequenties hieronder.

Tabel 11. Frequentie Juiste Mechanismen Pretest en Antwoordenblad

Pretest		Juist mechanisme	Onjuist mechanisme
Peter	C	12	0
	E	12	0
Plant	C	5	2
	E	4	0
Posttest		1	2
Peter	C	11	0
	E	20	0
Plant	C	8	0
	E	17	0

Tabel 12. Gemiddelde scores juiste mechanismen pretest en posttest per groep en per groep over taak.

Pretest					
Controle	n	Gem	SD	Min	Max
Totaal score	23	.74	.62	0	2
Exp	n	Gem	SD	Min	Max
Totaal score	24	.63	.77	0	2
Posttest					
Controle	n	Gem	SD	Min	Max
Totaal score	23	.83	.78	0	2

Exp	n	Gem	SD	Min	Max
Totaal score	24	1.54	.59	0	2
Pretest					
Controle	n	Gem	SD	Min	Max
Peter	23	.52	.51	0	1
Plant	23	.22	.42	0	1
Exp	N	Gem	SD	Min	Max
Peter	24	.46	.51	0	1
Plant	24	.17	.38	0	1
Posttest					
Controle	N	Gem	SD	Min	Max
Peter	23	.48	.51	0	1
Plant	23	.35	.49	0	1
Exp	N	Gem	SD	Min	Max
Peter	24	.83	.38	0	1
Plant	24	.70	.46	0	1

Scores mechanismen

Voordat de scores voor de posttest op de mechanismen worden getest, is er eerst gekeken met de Mann-Whitney U-test of er een significant verschil is tussen het benoemen van mechanismen in de pretest en in de posttest. In de tabel hieronder is te zien dat de twee scores significant verschillen ($p = .001$). Dit betekent dat de totale groep leerlingen op de posttest significant hoger scoren in het benoemen van mechanismen dan op de pretest (Tabel 13).

Tabel 13. Verschil in score pre en posttest juiste mechanismen.

	Groep	N	Mean Rank	Sum of ranks
Totale score	Pretest scores mechanismen	47	39.11	1838
	Posttest scores mechanismen	47	55.89	2627

Test statistics

	Totale score
Mann-Whitney U	710
Wilcoxon W	1838
Z	-3.181
Asymp. Sig. (2-tailed)	.001

Scores mechanismen over de gehele groepen en tussen taken

De uitkomsten van de vergelijking tussen controle en experimentele groep in het vinden van de juiste mechanismen gezien over de gehele groep leerlingen en gezien over de taken is hieronder weergegeven.

Voor de totaalscore van het herkennen van juiste mechanismen toonde de test een waarde van $p = .002$. De test toont hiermee aan dat er een significant verschil is tussen de experimentele en controle groep in het noemen van mechanismen. Aangezien wij een eenzijdige overschrijdingskans willen krijgen: $H_a: \mu_E > \mu_C$ moeten de tweezijdige p -waarde door twee worden gedeeld. Dit levert een waarde op van $p = .001$ (Tabel 14). Zoals gezegd ging het hierbij enkel om de juiste mechanismen.

Tabel 14. Resultaten Mann-Whitney U-test controle groep en experimentele groep posttest mechanismen.

	Groep	N	Mean Rank	Sum of ranks
Totale score	Controle	23	18.04	415
	Experiment	24	29.71	713

Test statistics

	Totale score
Mann-Whitney U	139
Wilcoxon W	415
Z	-3.128
Asymp. Sig.	.002

(2-tailed)

In Tabel 15 is voor het score van de juiste mechanismen per taak te zien dat in de Petertaak met $p=.011$ en in de Planttaak met $p=.014$, bij beide taken geconcludeerd kan worden met een significantie niveau van .05 dat de experimentele groep significant hoger scoort op het vinden van de juiste mechanismen dan de controle groep.

Tabel 15. Mann-Whitney U-test voor beide taken apart scores mechanismen.

	Groep	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Petertaak	C	23	19.74	454
	E	24	28.08	674
Planttaak	C	23	19.67	452.50
	E	24	28.15	675.50

Test statistics

	Petertaak	Planttaak	Totaalscore
Mann-Whitney U	178	176.500	139
Wilcoxon W	454	452.500	415
Z	-2.541	-2.450	-3.128
P-waarde (2-tailed)	.011	.014	.002

Verskil in scores tussen de twee taken mechanismen

Verder is er onderzocht of er verschil is in de posttest scores van de mechanismen en. Dit is weergegeven in Tabel 16. Er is te zien met een $p=.210$ dat er geen significante verschillen zijn in de scores op de juiste mechanismen tussen de Petertaak en de Planttaak.

Tabel 16. Mann Whitney U-test verschil in posttest scores mechanismen.

	Type	N(df)	Ranks	Sum of ranks
Score	Petertaak	47	50.50	2373.50
	Planttaak	47	44.50	2091.50

Totaal	94
--------	----

Test statistics

	Score
Mann-Whitney U	963.500
Wilcoxon W	2091.500
Z	-1.254
P-waarde (2-tailed)	.210

Conclusie en discussie

In dit onderzoek is een antwoord gezocht op de volgende onderzoeksvraag: ‘Leidt het aanbieden van dynamische visualisaties tot het beter duiden en herkennen van een interactie-effect tijdens onderzoekend leren?’ De nulhypothese stelde dat er geen verschil is in het vinden van interactie-effecten tussen de experimentele groep die een interventie kreeg en de controle groep die geen interventie kreeg. De alternatieve hypothese stelde dat er wel verschil is namelijk dat de experimentele groep vaker interactie-effecten correct zou duiden. Ook is er na het zien van de antwoorden op de pretest gescoord op het vinden van juiste en onjuiste mechanismen.

De resultaten laten zien dat de nulhypothese verworpen kan worden. In de experimentele groep worden significant beter de interactie-effecten herkend en geduid dan in de controle groep. Ook worden er significant vaker (correcte) mechanismen genoemd in de experimentele groep dan de controle groep.

Dit onderzoek richtte zich op een van de moeilijkheden die Zohar benoemde, het vergroten van het conceptuele kader. Het idee was dat door het laten zien van dynamische visualisaties leerlingen beter in staat zouden zijn om interactie-effecten te herkennen omdat de interactie-effecten visueel werden afgebeeld (Brucker, Scheiter, Gerjets, 2014). Dit blijkt dus effectief.

Als er onderscheid wordt gemaakt tussen de taken waarin interactie-effecten zijn gevonden wordt duidelijk dat bij de Petertaak wel een significant verschil is tussen de experimentele en controle groep, namelijk dat leerlingen in de experimentele groep hoger scoren op het vinden en correct duiden van de juiste interactie. Echter, bij de Planttaak is dit verschil niet significant. Het conceptuele kader bij de Petertaak is vergroot, en de interventie

heeft hier effect gehad. Een verklaring voor waarom dit bij de Planttaak niet het geval was zou kunnen zijn dat kinderen meer voorkennis over het taakdomein van de Petertaak hadden dan over de Planttaak. In het experiment werd ook vaak bij de Planttaak benoemd door de leerlingen dat ze weinig ervaring met plantjes hebben. Over de Petertaak hadden ze vaak wel iets te zeggen uit eigen ervaring.

Onderzoek laat zien dat het leren en begrijpen van kennis samengaat met het structuren van de kennis en het maken van verbindingen. Begrip wordt stapsgewijs opgebouwd uit ervaring en communicatie. Kennis kan niet direct worden overgedragen van de ene persoon naar de andere want nieuwe kennis van ieder individu wordt gestoeld op hun eigen ervaring (Edelson, 2001). Het zou dus kunnen zijn dat het niveau van voorkennis over fietsen hoger was dan hun kennis over planten.

Met betrekking tot het duiden van de juiste mechanismen is bij de Planttaak en de Petertaak een significant verschil te zien. In de experimentele groep werden deze significant vaker genoemd bij beide taken dan bij de controlegroep. Dit kan een indicatie zijn voor het vergroten van het conceptuele kader bij beide, maar aangezien de mechanismen in de video bij de experimentele groep vrij duidelijk werden benoemd en later nog een keer op het antwoordblad te lezen waren, is het de vraag of de leerlingen in de experimentele groep de mechanismen wel echt begrijpen of niet eenvoudig herhalen omdat het in de video te zien is. In de controle groep is te zien dat kinderen, wel minder dan in de experimentele, ook mechanismen benoemen ondanks dat ze geen video hebben gezien. Dit geeft aan dat kinderen wel degelijk mechanismen kunnen benoemen en begrijpen. Ook zijn er geen foute mechanismen benoemd en deze zijn ook niet toegenomen door de interventie, wat betekent dat de interventie effectief was in het aansturen op de juiste interacties en mechanismen en het conceptuele kader van de kinderen heeft vergroot. Dus ondanks het feit dat er in de Planttaak op het antwoordblad niet significant meer mechanismen zijn gevonden, vormt het vinden van meer mechanismen in de totale experimentele groep wel bewijs dat de leerlingen wel beïnvloed zijn door de interventie.

Uit dit onderzoek komen een aantal beperkingen en aanbevelingen naar voren. Allereerst stelden veel leerlingen vragen over hoe zij moesten experimenteren. In plaats van dat leerlingen van links naar rechts een experiment observeerden en de resultaten vergeleken keken zij apart naar ieder icoontje. Dit had als effect dat de leerlingen niet keken naar het effect van variabelen op elkaar. Dit zou beter kunnen gaan als je een andere vraag stelt aan de leerlingen zoals ‘‘Kijk goed naar elk experiment, vergelijk de uitkomsten en vertel mij wat volgens jou invloed heeft op hoe laat Peter op school komt en waarom je dat denkt’’. Zo

wordt iets meer sturing gegeven, wat nodig lijkt omdat kinderen toch heel veel moeite blijven houden bij het vinden van interactie-effecten.

Dit is ook op te merken aan de scores van de leerlingen op de interactie effecten. Slechts weinig leerlingen scoorden een 5, bij de Petertaak helemaal geen enkele leerling en bij de Planttaak slechts 4 procent. Dit geeft aan dat er weinig leerlingen, ondanks dat het mechanisme achter het interactie-effect te zien is, nog steeds moeite hebben met het herkennen van het volledige interactie-effect. Dit kan eraan liggen dat kinderen de verbinding tussen het filmpje en het antwoordblad niet goed leggen. Dit was in het onderzoek ook te merken omdat sommige kinderen, ook al hadden ze de video gezien, redeneerden vanuit wat zij zelf dachten in plaats van de informatie in het filmpje te gebruiken.

Als tweede zou een conceptueel kader beter aangeboden kunnen worden als dit structureler en langer van te voren is gebeurt. Bij dit onderzoek werd na het zien van de video's verwacht dat de leerlingen gelijk hoger zouden scoren. Bij vervolg onderzoek kan bijvoorbeeld twee weken van te voren al zo'n video getoond worden en dan iedere dag herhaald worden zodat de leerlingen ook tijd hebben om het goed in zich op te nemen. Dit zou eventueel ook kunnen met een uitleg over onderzoekend leren, bijvoorbeeld door de kinderen iedere dag een les aan te bieden, twee weken voor het onderzoek, zodat ze inzicht verwerven in het leerproces. Wat ook zou kunnen werken is de kinderen laten reflecteren op hun leerproces. Reflectie is nodig om in het onderwijs het eigen leerproces te kunnen begrijpen en problemen op te kunnen lossen (Savin-Baden, 2000).

Ook zou het ontwerp van de video's verbeterd kunnen worden. Zoals ook in de inleiding is benoemd, een dynamische visualisatie kan teveel details, maar ook te weinig details bevatten (Brucker, Scheiter, Gerjets, 2014). In relatie tot de moeilijkheid van de leertaak kan dit te weinig zijn geweest. In de video van de plant kan bijvoorbeeld worden laten zien dat het niet alleen om het overstromen gaat maar ook om de grootte van de pot. Bij de Petertaak zouden twee video's gemaakt kunnen worden, één met een gewone fiets en een met een racefiets zodat het verschil tussen de fietsen duidelijk is. Het nadeel hiervan is dat je in plaats van alleen het mechanisme te laten zien, al veel meer richting interactie-effect gaat.

Ook vroegen veel kinderen zich af wat voor een soort plant bedoeld werd in het experiment. Als het om een cactus zou gaan dan zou de plant natuurlijk veel minder water nodig hebben in vergelijking met een plant die je iedere dag water moet geven. Dit kan veel effect hebben op de resultaten, want ieder kind heeft zijn eigen beeld van een plant. Bij de Petertaak was dit niet het geval omdat leerlingen zich een gewone fiets, racefiets, ontbijten etc. wel voor konden stellen.

Samengevat zou meer sturing in de vraagstelling, een structureel over een langere tijd aangeboden conceptueel kader, reflecteren op het leerproces, het duidelijker laten zien van het mechanisme in de video's of iets meer informatie geven dan alleen het mechanisme en het geven van duidelijke informatie over de inhoud van de taken kunnen helpen bij het hoger scoren op interactie-effecten. Deze aanbevelingen stroken met onderzoek naar geleide instructie. Hieruit blijkt dat hoewel minimaal geleide leeromgevingen gewenst en populair zijn, ze minder effectief en minder efficiënt zijn. Geleide instructie werkt vooral goed bij studenten die weinig voorkennis hebben (Kirschner, Sweller & Clark, 2006).

Het vergroten van het conceptueel kader kost tijd en moeite, maar het helpt wel om een stapje dichterbij het duiden en herkennen van interacties te komen.

Voor de toekomst zouden ook de andere problemen die Zohar benoemde zoals de juiste strategieën kiezen, andere variabelen controleren en de aandacht op de juiste variabelen vestigen, geadresseerd kunnen worden. Het aanleren van de juiste strategieën om interactie-effecten te vinden zou in een training toegepast kunnen worden, die lang van te voren en structureel wordt gegeven om zo de noodzakelijke kennis en vaardigheden op te bouwen. Voor het herkennen en duiden van interacties is nog wat meer nodig dan een hint naar het mechanisme. Alleen een hint naar het mechanisme zorgt er niet voor dat de data-reading als het ware vanzelf verloopt. Er is dus meer nodig, bijvoorbeeld naast het aanpakken van het conceptueel kader, ook het aanpakken van de andere problemen die Zohar (1995) benoemt.

Referenties

- Arguel, A., & Jamet, E. (2009). Using video and static pictures to improve learning of procedural contents. *Computers in Human Behavior*, 25, 354-359.
- Brucker, B., Scheiter, K., & Gerjets, P. (2014). Learning with dynamic and static visualizations: Realistic details only benefits learners with high visuospatial abilities. *Computers in human behavior*, 36, 330-339.
- Cooper, G., Tindall-Ford, S., Chandler, P., & Sweller, J. (2001). Learning by Imagining. *Journal of Experimental Psychology*, 7 (1), 68-82. Doi:10.1037//1076-898X.7.1.68.
- De Jong, T. (2006). Computer simulations: Technological advances in inquiry learning. *Science*, 312(5773), 532-533.
- Edelson, C. D. (2001). Learning-for-Use: A Framework for the Design of Technology-

- Supported Inquiry Activities. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 355-385.
- Hagemans, M. G., Van der Meij, H., & De Jong, T. (2013). The Effects of a Concept Map Based Support Tool on Simulation-Based Inquiry Learning. *Journal of Educational Psychology*, 105 (1), 1-24.
- Hmelo-Silver, C.E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A Response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42 (2), 99-107.
- Hulshof, C. D., Wilhelm, P., Beishuizen, J. J. & Van Rijn H. (2005). FILE: a tool for the study of inquiry learning. *Computers in Human Behaviour*, 21, 945-956.
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why Minimal Guidance during Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86. DOI 10.1207/s15326985ep4102_1
- Koslowski, B. (1996). *Theory and Evidence The Development of Scientific Reasoning*. Cambridge. Massachusetts institute of Technology.
- van Leuteren, N.B. (2014). Finding interaction effects using animated analogies in inquiry Learning.
- Linn, M. C., Eylon, B., Rafferty, A., & Vitale. J. M. (2015). Designing Instruction to Improve Lifelong Inquiry Learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(2), 217-225.
- Savin-Baden, M. (2000), *Problem-based Learning in Higher Education : Untold Stories*, The Society for Research into Higher Education and Open University Press, UK.
- Schauble, L. (1990). Belief revision in children: The role of prior knowledge and strategies for generating evidence. *Journal of Experimental Child Psychology*, 49, 31–57.
- Sweller, J., Kirschner, P. A., & Clark, R. E. (2007). Why Minimally Guided Teaching Techniques Do Not Work: A Reply to Commentaries. *Educational Psychologist*, 42 (2), 115-121.
- Zohar, A. (1995). Reasoning about Interactions between Variables. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 1039 – 1063.

Bijlagen

Bijlage 1:

Uitvoering experiment concreet beschreven

Voordat het onderzoek begint start de onderzoeker met een algemeen gedeelte in de klas door uit te leggen wat er precies gaat gebeuren in het onderzoek. De onderzoeker begint met ‘’Hallo allemaal, mijn naam is Anne Winkler, Ik studeer aan de Universiteit van Twente en voor een afstudeerproject ga ik straks individueel met ieder van jullie maximaal een half uurtje twee opdrachtjes uitvoeren. Als ik je uit de klas kom ophalen mag jij met mij meelopen naar het kamertje hiernaast waar het plaatsvindt. Behalve een pen hoeft je verder niks mee te nemen.’’

De kinderen zijn verdeeld in twee groepen op basis van het geadviseerde niveau van de

leerkracht die de onderzoeker van de leerkracht ontvangen had en het geslacht van het kind. De kinderen kunnen de adviezen: VMBO, HAVO of VWO hebben. In de controle groep zitten 5 vrouwen met VWO advies, 4 mannen met VWO advies, 3 vrouwen met HAVO advies, 4 mannen met HAVO advies, 4 mannen met VMBO advies en 4 vrouwen met VMBO advies. In totaal zijn dit 24 proefpersonen met een gemiddelde leeftijd van. In de experimentele groep zitten 5 vrouwen met VWO advies, 5 mannen met VWO advies, 4 vrouwen met HAVO advies, 3 mannen met HAVO advies, 4 vrouwen met VMBO advies en 3 mannen met VMBO advies. Dit zijn ook in totaal 24 proefpersonen met een gemiddelde leeftijd van.

Uitleg controle conditie:

De leerling neemt plaats in de onderzoekkamer tegenover de onderzoeker.

Zometeen krijg jij uitleg over wat allemaal invloed heeft op hoe laat een jongen, Peter genaamt, op school aankomt. Hierna beantwoord je één vraag die ik je stel aan de hand van een formulier dat ik je ga geven. Maar eerst leg ik iets uit over Peter.

<Onderzoeker neemt instructie Peter met de leerling door>

<Onderzoeker zet de opname apparatuur aan en legt het antwoordblad op tafel>

Hier heb je het formulier met zes experimenten. Kijk er goed naar en vertel mij dan wat volgens jou allemaal invloed heeft op hoe laat Peter op school aankomt en op welke manier. Ga je gang. Je mag alles zeggen wat in je opkomt.

Dankjewel voor het antwoord geven op de vraag. Wij gaan nu door met de andere opdracht.

Zometeen krijg jij uitleg over wat allemaal invloed heeft op hoe groot een plantje wordt. Hierna beantwoord je één vraag die ik je stel aan de hand van een formulier dat ik je ga geven. Maar eerst leg ik iets uit over het plantje.

<Onderzoeker neemt instructie Plant met de leerling door>

<Onderzoeker zet de opname apparatuur aan en legt het antwoordblad op tafel>

Hier heb je het formulier met zes experimenten. Kijk er goed naar en vertel mij dan wat volgens jou allemaal invloed heeft op hoe groot de plant wordt en op welke manier. Ga je gang. Je mag alles zeggen wat in je opkomt.

Dankjewel voor jouw deelname aan het onderzoek!

Uitleg experimentele conditie:

De leerling neemt plaats in de onderzoekkamer tegenover de onderzoeker.

Zometeen krijg jij uitleg over wat allemaal invloed heeft op hoe laat een jongen, Peter

genaamt, op school aankomt. Hierna beantwoord je één vraag die ik je stel aan de hand van een formulier dat ik je ga geven. Maar eerst leg ik iets uit over Peter.

<Onderzoeker neemt instructie Peter met de leerling door>

Voordat jij begint met het onderzoek laat ik je nog een filmpje zien van iemand die naar school fietst.

<Onderzoeker laat het filmpje zien van iemand die naar school fietst en moeite heeft met ontbijten>

De onderzoeker vertelt de tekst: Als je op een fiets voorover gebogen zit, kun je moeilijk iets met je handen doen. Fietsen gaat dan niet snel.

<Onderzoeker zet de opname apparatuur aan en legt het antwoordblad op tafel>

Hier heb je het formulier met zes experimenten. Kijk er goed naar en vertel mij dan wat volgens jou allemaal invloed heeft op hoe laat Peter op school aankomt en op welke manier. Ga je gang. Je mag alles zeggen wat in je opkomt.

Dankjewel voor het antwoord geven op de vraag. Wij gaan nu door met de andere opdracht.

Zometeen krijg jij uitleg over wat allemaal invloed heeft op hoe groot een plantje wordt. Hierna beantwoord je één vraag die ik je stel aan de hand van een formulier dat ik je ga geven. Maar eerst leg ik iets uit over het plantje.

<Onderzoeker neemt instructie Plant met de leerling door>

Voordat jij begint met het onderzoek laat ik je nog een filmpje zien van een plant die water krijgt.

<Onderzoeker laat het filmpje zien van een plant die teveel water krijgt en hierdoor verdrinkt>

De onderzoeker vertelt de tekst:

Als planten teveel water krijgen, kunnen ze verdrinken en doodgaan. Planten worden dan niet groot.

<Onderzoeker zet de opname apparatuur aan en legt het antwoordblad op tafel>

Hier heb je het formulier met zes experimenten. Kijk er goed naar en vertel mij dan wat volgens jou allemaal invloed heeft op hoe groot de plant wordt en op welke manier. Ga je gang. Je mag alles zeggen wat in je opkomt.

Dankjewel voor jou deelname aan het onderzoek!

Bijlage 2: Antwoordformulier bevindingen Petertaak interpreteren controle groep

1						20
2						20
3						0
4						15
5						20
6						15

Bijlage 3: Antwoordformulier bevindingen Planttaak interpreteren controlegroep

1						27
2						12
3						27
4						17
5						17
6						23

Bijlage 4: Antwoordformulier bevindingen Petertaak interpreteren experimentele groep

1						20
2						20
3						0
4						15
5						20
6						15

Als je op een fiets voorover gebogen zit, kun je moeilijk iets met je handen doen. Fietsen gaat dan niet snel.

Bijlage 5: Antwoordformulier bevindingen Planttaak interpreteren experimentele groep

1						27
2						12
3						27
4						17
5						17
6						23

Als planten teveel water krijgen, kunnen ze verdrinken en doodgaan. Planten worden dan niet groot.

Bijlage 6: Handleiding Petertaak

“Kijk, in deze computertaak kun je uitzoeken wat invloed heeft op hoe laat Peter op school aankomt. Het kan 0, 5, 10, 15 of 20 minuten te laat zijn. 0 minuten betekent dat hij op tijd is”.

The interface shows a workspace with a light blue background. On the left side, there is a vertical stack of icons: a bicycle, a bicycle, a bed, a backpack, a group of people on bicycles, a person on a bicycle, a person on a bicycle, a book, a book, a shoe, and a shoe. On the right side, there is a horizontal row of icons: a bicycle, a backpack, a person on a bicycle, a book, and a shoe. At the bottom, there is a bar with a light blue background. On the left of this bar is a box labeled '4 resultaat'. In the center is a box labeled '1 ?'. On the right is a box labeled '5' with a magnifying glass icon.

Hoe laat hij op school aankomt kan afhangen van een aantal keuzes (wijs steeds de betreffende plaatjes aan):

1. Of hij zijn racefiets neemt of zijn gewone fiets

2. Of hij op de fiets ontbijt, of thuis

3. Of hij gaat fietsen met twee vrienden, alleen op zijn eigen tempo fietst, of zo hard hij kan.

4. Of alleen de boeken meeneemt die hij nodig heeft of wat extra (je weet maar nooit).

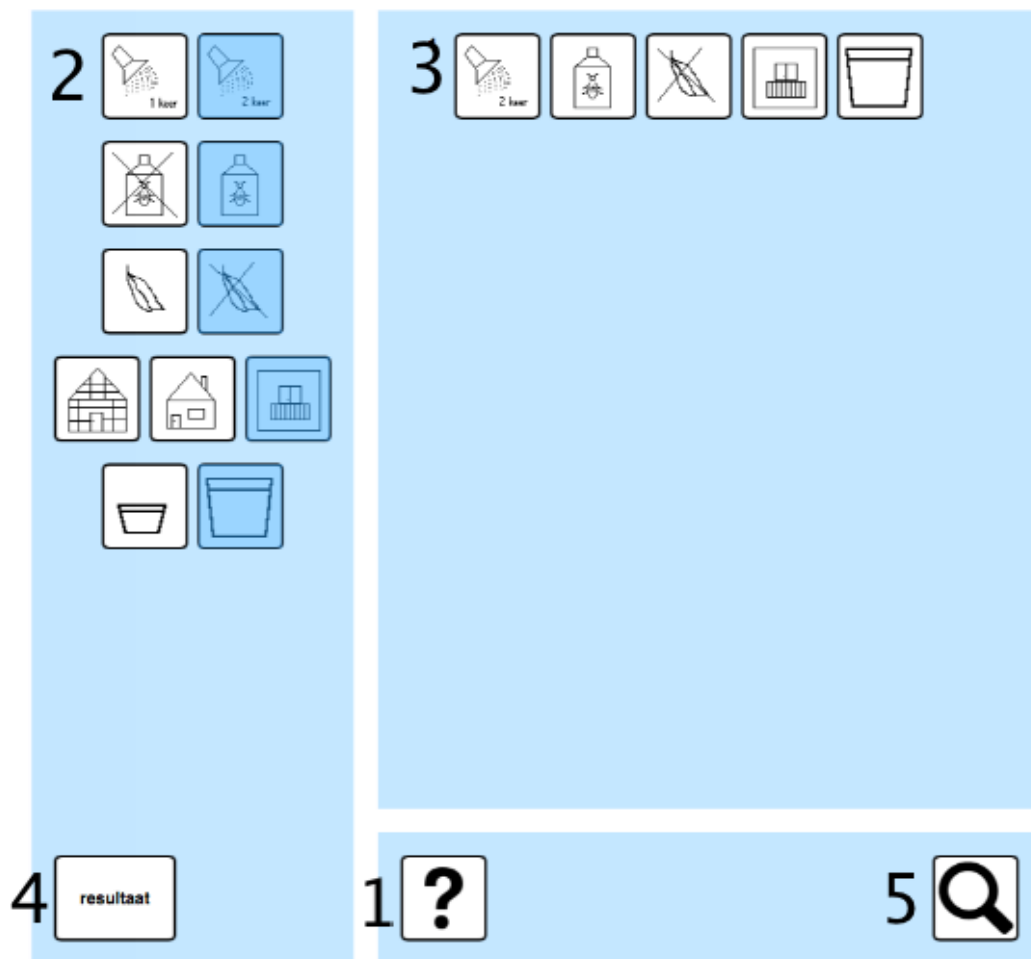
5. Of hij zijn sportschoenen aandoet of zijn gewone schoenen

In het plaatje hieronder kan je zien dat Peter op zijn racefiets gaat, thuis ontbijt, alleen zo snel mogelijk fietst, alleen de boeken meeneemt die hij echt nodig heeft en zijn sportschoenen aantrekt dat hij dan precies optijd komt.



Bijlage 7: Handleiding Planttaak

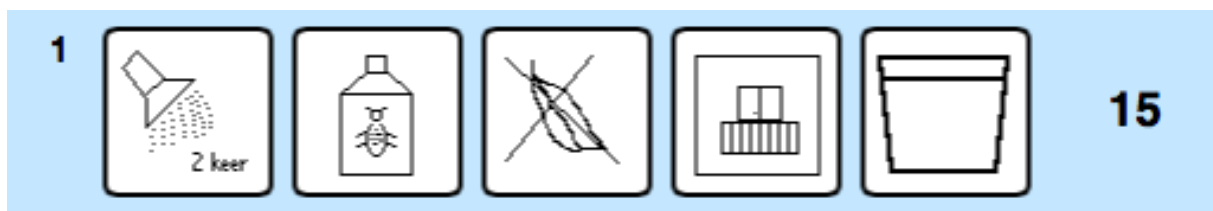
“In deze taak gaat het om hoe groot een plant wordt door de verschillende keuzes die gemaakt worden. De lengte van de plant kan de volgende waarden aannemen: 5, 10, 15, 20 of 25 cm”,



Hoe groot de plant wordt kan afhangen van een aantal keuzes:

1. Één keer per week water geven of twee keer per week water geven.
2. Wel een bladluismiddel gebruiken of geen bladluismiddel.
3. Wel dode bladeren in de pot leggen of geen dode bladeren in de pot leggen.
4. De plant in een kas laten groeien, in huis of op het balkon
5. De plant in een kleine pot laten groeien of in een grote pot

Bij het plaatje hieronder kan je zien dat er gekozen is voor twee keer per week water geven, wel een middel tegen insecten gebruiken, geen dode bladeren in de plantenpot, op het balkon laten groeien en een grote pot gebruiken dat de plant dan 15 cm wordt.



Bijlage 8: hulpmechanisme Petertaak, een aantal printscreens van de video.

Als je op een fiets voorover gebogen zit, kun je moeilijk iets met je handen doen. Fietsen gaat dan niet snel.



Bijlage 9: hulpmechanisme Planttaak, een aantal printscreens van de video.

Als planten teveel water krijgen, kunnen ze verdrinken en doodgaan. Planten worden dan niet groot.



Bijlage 10: pretest Petertaak

Instructie: Deze vragenlijst bevat zes vragen over de aankomsttijd van Peter op school.

Lees eerst het verhaal voor het beantwoorden van de vragen:

Peter zit in groep 8 en hij fietst iedere dag naar school toe. Hij heeft alleen een probleem, hij komt altijd te laat. Peter kan 0, 5, 10, 15 of 20 minuten te laat komen. Als hij 0 minuten te laat is, is hij optijd. Het is heel belangrijk dat Peter optijd komt omdat hij anders belangrijke lessen mist. Er zijn een aantal dingen die invloed hebben op hoe Peter op hoe laat Peter op school komt. Hij heeft twee soorten fietsen, een gewone fiets en een racefiets. Soms gaat hij op de gewone fiets en soms op de racefiets. Zijn moeder maakt zijn ontbijt voor thuis, of voor op de fiets, dus hij kiest tussen ontbijten thuis of op de fiets. Peter fietst wel is met twee vrienden, Jan en Henk samen maar soms fietst hij ook alleen in een normaal tempo of alleen en heel hard. Peter neemt soms een aantal extra boeken mee, maar die heeft hij vaak helemaal niet nodig. En als laatste doet Peter of zijn gewone schoenen aan of zijn sportschoenen op de fiets.

Vragenlijst

1. Peter kan kiezen of hij met de racefiets naar school gaat of met de normale fiets. Welke invloed denk jij dat de twee type fietsen hebben op de aankomsttijd van Peter op school?

.....

.....

.....

.....

2. Peter kan thuis ontbijten of op de fiets ontbijten. Welke invloed denk jij dat deze twee vormen van ontbijten op zijn aankomsttijd op school hebben?

.....

.....

.....

.....

3. Peter kan op drie manieren naar school fietsen. Hij kan samen fietsen met Jan en Henk, alleen fietsen op zijn eigen tempo of alleen fietsen en zo hard mogelijk. Welke invloed denk jij dat deze drie vormen van fietsen hebben op de aankomsttijd van Peter op school?

.....

.....

.....

.....

4. Peter kan kiezen om gewone schoenen of sportschoenen aan te trekken op zijn weg naar school. Welke invloed denk jij dat deze twee soorten schoenen hebben op de aankomsttijd van Peter op school?

.....

.....

.....

.....

5. Peter kan kiezen om meer boeken mee te nemen dan nodig is, omdat hij graag goed wil presteren op school, of gewoon de hoeveelheid boeken meenemen die nodig is. Welke invloed denk jij dat deze twee factoren hebben op de aankomsttijd van Peter op school?

.....

.....

.....

.....

6. Denk jij dat er nog andere manieren zijn waarop de genoemde dingen (zoals de fiets, het ontbijt) invloed zouden kunnen hebben op het op de aankomsttijd?

.....

.....

.....

.....

Bijlage 11: pretest planttaak

Instructie: Deze vragenlijst bevat 6 vragen over de lengte van een plant.

Lees eerst het verhaal voor het beantwoorden van de vragen:

Plantjes die er hetzelfde uitzien, groeien vaak niet even snel. Hoe zou dit kunnen komen? Janneke heeft op school een plantje, en wil kijken wat er allemaal effect heeft op hoe groot het plantje wordt. Als eerste kan het uitmaken hoe vaak zij het plantje water geeft. Zij kan het plantje één of twee keer per week water geven. Het wel of niet gebruiken van een middel tegen bladluizen (beestjes die de plant kapot kunnen maken) zou ook van invloed kunnen zijn denkt Janneke. Ook kan het uitmaken of je wel of geen dode bladeren in de pot van het plantje legt. Of de plant in een kas staat, op het balkon, of in huis kan ook een effect hebben. En als laatste kan Janneke kiezen tussen een grote of kleine pot waar het plantje in kan staan.

Vragenlijst

1. Janneke kan kiezen of zij het plantje één of twee keer per week water geeft. Welke invloed denk jij dat de twee factoren hebben op de groei van de plant?

.....
.....
.....
.....
.....

2. Janneke kan wel of geen middel gebruiken tegen bladluizen. Welke invloed denk jij dat het wel en het niet geven van een middel tegen bladluizen hebben op de grootte van haar plantje?

.....
.....
.....
.....
.....

3. Janneke kan wel of geen dode bladeren in de pot van het plantje leggen. Welke invloed denk jij dat het wel of niet neerleggen van dode bladeren heeft op de grootte van haar plantje?

.....
.....
.....
.....
.....

4. Janneke kan kiezen tussen drie lokaties om het plantje te laten groeien; bij haar thuis, op het balkon of in een kas. Welke invloed denk jij dat deze drie plaatsen hebben op de grootte van haar plantje?

.....
.....
.....
.....
.....

5. Janneke kan ook nog kiezen tussen de grootte van de pot waar de plant in staat. Ze kan kiezen tussen een grote pot of een kleine pot. Welke invloed denk jij dat de grootte van de pot heeft op de groei van het plantje?

.....
.....
.....

.....

.....

6. Denk jij dat er nog andere manieren zijn waarop de genoemde dingen (zoals het aantal keer water geven per week, de grootte van de pot) invloed zouden kunnen hebben op het op de aankomsttijd?

.....

.....

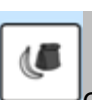
.....

.....

Bijlage 12: Instructieformulier planttaak betekenis symbolen

Water		1 keer water in de week		2 keer water in de week
Gif		Geen gif		Wel gif
Dode bladeren in de pot		Wel dode bladeren		Geen dode bladeren
Plek		In een kas		In een huis
				Op een balkon
Grootte pot		Kleine pot		Grote pot

Bijlage 13: Hulpblaadje betekenis afbeeldingen Peter

Soort fiets		Gewone fiets		Racefiets
Ontbijten		Thuis ontbijten		Onderweg ontbijten
Fietsen		In zijn eigen tempo		Zo snel mogelijk
				In het tempo van zijn vrienden

Boeken



De boeken die hij nodig heeft



Extra boeken

Schoenen



Gewone schoenen



Sportschoenen

Bijlage 14 Brief ouders

UNIVERSITEIT TWENTE.

FACULTEIT GEDRAGSWETENSCHAPPEN

Geachte ouder(s)/verzorger(s),

In het kader van een bachelor afstudeeropdracht uitgevoerd door een psychologiestudent van de Universiteit Twente ben ik op zoek naar proefpersonen. Hiervoor hebben wij de school van uw zoon/dochter benaderd.

De vakgroep Instructietechnologie van de Faculteit Gedrags-, Management en Sociale Wetenschappen richt haar onderzoek op de ontwikkeling van kennis en vaardigheden van basisschoolleerlingen op het gebied van wetenschap en techniek. In de media heeft u wellicht vernomen dat dit thema in het basisonderwijs steeds belangrijker wordt. Voor deze afstudeeropdracht willen we onderzoeken hoe kinderen variabelen onderzoeken. Het onderzoek heeft de vorm van een opdracht waarbij leerlingen relaties tussen variabelen onderzoeken. Leerlingen krijgen twee papieren voor zich met op ieder zes experimenten. De leerling bestudeert de experimenten en beantwoordt hierna vragen over de relaties tussen de variabelen. Het onderzoek duurt een half uur per leerling en zal plaatsvinden in de week voor de meivakantie (28 april tot en met 1 mei) en de twee weken na de meivakantie (11 mei tot en met 24 mei). In samenspraak met de leerkracht worden hiervoor geschikte momenten gekozen in deze 3 weken.

De gegevens worden enkel voor het onderzoek gebruikt en anoniem verwerkt. Deelname is vrijwillig. De ervaring leert dat leerlingen het over het algemeen leuk vinden om mee te doen met dit type onderzoek.

Wij hebben uw toestemming nodig voor de deelname van uw zoon/ochter aan het onderzoek. Daarom willen we u om uw medewerking vragen. Wilt u indien u **bejaard** heeft tegen de deelname van uw zoon/ochter onderstaand stroomke invullen en uiterlijk 25 april 2015 aan de leerkracht van hem of haar doen laten toekomen? Als we geen bejaard ontvangen gaan we er vanuit dat u de deelname goedkeurt.

Bij voorbaat hartelijk dank.

Met vriendelijke groet,

Dr. Pascal Wilhelm
Anne Winkler (studente psychologie)

Naam leerling:

Groep:

Ik geef GEEN toestemming voor deelname aan het onderzoek van de vakgroep Instructietechnologie van de UT door mijn zoon/ochter.

Handtekening ouder(s)/verzorger(s):

Voor informatie: p.wilhelm@utwente.nl / 053-4893562