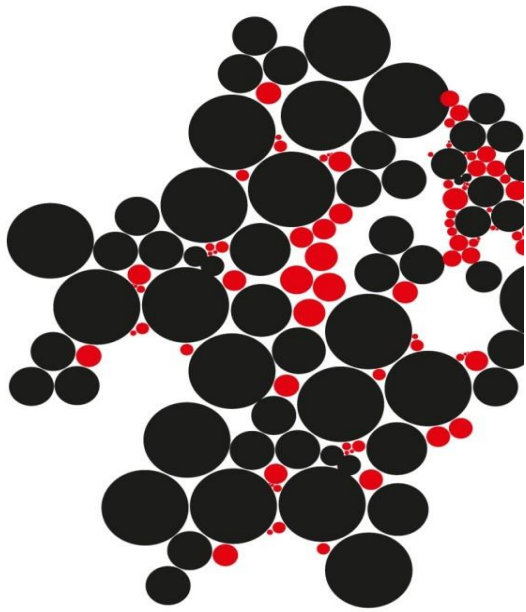




Uitzoeken hoe een apparaat werkt:

*De rol van korte begeleide instructie
bij het gebruik van het science model
van onderzoeken en verkregen kennis*



Student: Katja van der Klooster, s1484249

Opleiding: Psychologie

Afstudeerrichting: Instructie, Leren en Ontwikkeling

Eerste begeleider: Ard Lazonder

Tweede begeleider: Judith ter Vrugte

21 juni 2016

Inhoud

<u>SAMENVATTING/ABSTRACT</u>	<u>3</u>
<u>INLEIDING</u>	<u>4</u>
<u>METHODE</u>	<u>11</u>
<u>RESULTATEN</u>	<u>16</u>
<u>CONCLUSIE EN DISCUSSIE</u>	<u>17</u>
<u>LITERATUURLIJST</u>	<u>21</u>
<u>BIJLAGE 1. DE LICHTJESMACHINE</u>	<u>25</u>
<u>BIJLAGE 2. OBSERVATIESCHEMA</u>	<u>26</u>
<u>BIJLAGE 3. GESTELDE VRAGEN EINDE ONDERZOEK</u>	<u>27</u>
<u>BIJLAGE 4. VRAGENLIJST</u>	<u>28</u>
<u>BIJLAGE 5. BRIEF OUDERS</u>	<u>29</u>
<u>BIJLAGE 6. CODEERSHEMA</u>	<u>31</u>
<u>BIJLAGE 7. ANTWOORDMODEL VRAGENLIJST</u>	<u>32</u>

Samenvatting/Abstract

In dit onderzoek is gekeken of begeleide instructie een positieve invloed heeft op het gebruik van het 'science model' van onderzoeken bij kinderen en in hoeverre zij kennis vergaren tijdens hun onderzoek. Begeleide instructie bestaat uit uitleg, voorbeelden, modelling, feedback en oefening, plus een gegeven onderzoeksvraag. Uit de literatuur is gebleken dat kinderen met directe instructie meer gebruik maken van de *Control of Variables Strategy* en meer kennis vergaren tijdens het doen van onderzoek dan kinderen zonder specifieke instructie. Directe instructie lijkt erg op begeleide instructie, maar hierbij wordt alleen uitleg, voorbeelden en feedback gegeven. Verder bleek uit de literatuur dat begeleide instructie een nog sterker positief effect heeft op de twee bovengenoemde punten dan directe instructie. Er is in het huidige onderzoek een experiment uitgevoerd met 56 kinderen van de basisschool, waarin de kinderen een fruitautomaat mochten onderzoeken. De helft van de kinderen kreeg van tevoren begeleide instructie ($n=27$) en de andere helft ($n=29$) kreeg minimale instructie, waarin alleen een onderzoeksvraag werd gegeven. De manier van onderzoeken werd gemeten door middel van observaties en mondeling gestelde vragen; de kennis van de kinderen werd gemeten met een vragenlijst. Er is gedeeltelijk bewijs gevonden voor de hypothese dat kinderen met begeleide instructie meer gebruik maken van het science model van onderzoeken dan kinderen met minimale instructie. Verder bleek dat kinderen uit de begeleide instructiegroep meer kennis vergaarden dan kinderen uit de groep met minimale instructie.

The focus of this study was on the role of guided instruction on children's ability to use the science model of experimentation and to abstract new information through inquiry. Guided instruction comprises providing information, examples, modelling, feedback and exercise, together with a research question. Previous research has shown that children who receive direct instruction make more use of the *Control of Variables Strategy* and obtain more knowledge than children without specific instruction. Direct instruction is almost similar to guided instruction, but merely provides information, examples and feedback. Other research has shown that guided instruction has a more positive effect on both points mentioned above than direct instruction. In this study, an experiment was carried out with 56 elementary schoolchildren who had to investigate a so-called wicked slot machine. Half of the children was given guided instruction ($n=27$) and the other half ($n=29$) received minimal instruction, in which only a research question was provided. Children's investigative behaviour was measured by means of observations and verbal questions; acquired knowledge was measured by means of a test. The results of this study lend partial support to the hypothesis that children who receive guided instruction make more use of the science model of experimentation than children who are given minimal instruction. Furthermore, the results showed that children acquired more knowledge in the guided instruction group than in the group with minimal instruction.

Inleiding

In de televisiedocumentaire ‘The Human Spark’ van de BBC werden ‘representational thinking skills’ getest bij twee groepen kinderen. Bij beide groepen lag een plattegrond met drie groene stippen en stonden drie groene emmers. De stippen op de plattegrond stonden voor deze drie emmers. Bij de kinderen uit groep 1 werd dit wel vermeld, maar bij de kinderen uit groep 2 niet. Aan beide groepen werd verteld dat Kermit de Kikker het liefst in één bepaalde emmer zit. Hierbij wees de onderzoeker naar één bepaalde stip op de plattegrond. Daarna werd aan de kinderen gevraagd of ze Kermit in zijn favoriete emmer wilden leggen. Opvallend was dat de kinderen uit groep 1 Kermit in de echte emmer legden, terwijl de kinderen uit groep 2 Kermit legden op de stip op de plattegrond die de onderzoeker letterlijk aanwees. Toen daarna aan de kinderen uit groep 2 werd uitgelegd (net zoals bij de kinderen uit groep 1) dat de stippen symbool stonden voor de emmers, legden ook deze kinderen Kermit in de echte emmer (Pbs, 2010). Bij dit onderzoek kan een opvallend patroon worden opgemerkt, namelijk; wanneer kinderen letterlijke instructie wordt gegeven zijn zij in staat om representationeel te denken. In het geval er geen instructie wordt gegeven laten de kinderen deze vaardigheid niet zien.

Ditzelfde patroon kan worden opgemerkt bij kinderen wanneer het om hun leerproces gaat. Kirschner, Sweller en Clark (2006) toonden aan dat uit empirische studies bleek, dat begeleide instructie effectiever en efficiënter is voor het ondersteunen van het leerproces van kinderen dan minimale instructie. In deze zin kunnen twee termen worden opgemerkt, namelijk ‘begeleide instructie’ en ‘minimale instructie’. In het huidige onderzoek werd de term begeleide instructie gekoppeld aan de volgende uitleg: het geven van leidende vragen, hints, feedback of de methode van ‘modelling’ die leerlingen begeleidt om een leertaak af te ronden. Deze instructie kan reflectief vermogen bij kinderen opwekken door henzelf na te laten denken waarom bepaalde stappen in een onderzoeksproces genomen moeten worden (Mayer, 2004). De term minimale instructie werd in dit onderzoek gekoppeld aan instructie waarbij alleen een onderzoeksvraag wordt gegeven.

Er bestaat een specifiek soort leren waarbij er weer eenzelfde soort patroon kan worden opgemerkt als het gaat om het geven van wel of geen instructie. Met deze specifieke soort van leren wordt ‘onderzoekend leren’ bedoeld. Dit houdt het volgende in: een veelzijdig leerproces van kinderen waarbinnen het gaat om het verwerven van vaardigheden als observeren, een proefopstelling bedenken, onderzoeksgegevens noteren en ordenen, maar ook om het ontwikkelen van denkvaardigheden zoals een idee verwoorden, voorspellingen doen, vragen stellen en redeneren (Velthorst, Oosterheert & Brouwer, 2011). Er zijn een aantal studies die het effect van instructie op dit onderzoekend leren hebben aangetoond. Eén daarvan was de meta-analytische studie van Lazonder en Harmsen (2014) op basis waarvan gesuggereerd kan worden dat leeractiviteiten, leerprestaties en leeruitkomsten tijdens het onderzoekend leren van kinderen aanzienlijk verbeteren wanneer deze kinderen in-

structie krijgen tijdens het onderzoek. Hoe specifiek deze instructie is, maakt weinig uit voor de manier waarop kinderen hun onderzoek uitvoeren en wat zij daar uiteindelijk van leren. Daarentegen maken kinderen betere producten of verslagen tijdens hun onderzoek naarmate zij specifiekere instructie krijgen.

Het huidige onderzoek richtte zich speciaal op begeleide instructie en het doel was om te onderzoeken of deze soort van instructie een positieve invloed heeft op het leerproces van kinderen dat zich voordoet tijdens het doen van onderzoek. Specifiek werd hierbij gekeken naar de manier waarop kinderen onderzoek doen en de kennis die zij hierbij vergaren.

Theoretisch kader

Zimmerman (2007) had een review studie gedaan naar het wetenschappelijk denken bij kinderen op de basisschool, wat als samenhangend beschouwd kan worden met het onderzoekend leren dat hiervoor werd beschreven. In de studies die werden besproken in de review moesten de kinderen een multivariabel causaal systeem onderzoeken. Het onderzoeken deden de kinderen in dit geval door actief of begeleid onderzoek. Met actief onderzoek wordt bedoeld dat kinderen zelf een onderzoekje uitvoeren door middel van wat ze hebben geleerd (Kolb, 1984). In de besproken studies in de review konden de ontwikkeling van strategieën en conceptuele kennis bij kinderen beiden worden opgemerkt.

Uit de studies die waren besproken in de review van Zimmerman (2007) bleek verder dat kinderen veel competentier zijn dan aanvankelijk gedacht werd, als het gaat om de cognitieve ontwikkeling in het algemeen en het wetenschappelijk denken in het bijzonder. Wetenschappelijk denken betreft een lang traject van ontwikkeling, en er kan een verschil in prestatie worden waargenomen tussen kinderen onderling, maar ook verschil per moment bij een kind zelf. Dit geldt vooral voor het gebruik van geschikte strategieën bij het doen van onderzoek en het trekken van conclusies hieruit.

Het gebruik van deze geschikte onderzoeksstrategieën kan leiden tot het trekken van efficiënte en valide conclusies, en kan daarom beschouwd worden als essentieel onderdeel om kennis te vergaren vanuit een onderzoek. Deze strategieën en de daaruit voortkomende conclusies zijn volgens Schauble, Klopfer en Raghavan (1991) onderdeel van het *science model* als het gaat om onderzoeken. Wanneer kinderen dit model van onderzoeken gebruiken tijdens het doen van onderzoek exploreren zij breed, hebben ze meer selectiviteit voor het interpreteren van bewijs en hebben zij grotere aandacht voor de mogelijkheid dat sommige variabelen niet causaal zijn. Er is bij dit model geen duidelijk onderscheid tussen meer en minder gewenste uitkomsten, en het gaat meer om het benadrukken van de betekenis van een probleem en haar uitkomsten. Het doel is om relaties tussen oorzaak en gevolg te begrijpen via het voorspellen van de effecten van elke belangrijke variabele, de nadruk leggen op het maken van uitsluitingen of niet-causale conclusies, en conclusies trekken op basis van niet vooraf

bepaalde uitkomsten. Kinderen stoppen bij dit model met onderzoeken wanneer zij alle manipuleerbare variabelen hebben getest.

Echter, Schauble et al. (1991) lieten zien dat kinderen van nature niet volgens dit science model te werk gaan. Als kinderen iets moeten leren door het doen van onderzoek gebruiken ze vaak het *engineering model* voor onderzoeken. Dit houdt in dat kinderen ontdekken en verkennen door net zolang variabelen te manipuleren totdat er een voor hen wenselijke uitkomst ontstaat. Bij dit model is de uitkomst makkelijk te interpreteren als ‘meer gewenst’, en gaat het meer om de praktische aanpak van een probleem. Het doel is om te zorgen dat er een gewenste uitkomst ontstaat via het vergelijken van variabelen die een zeer groot contrast vormen, de nadruk leggen op het maken van insluitingen of causale conclusies, en het richten op variabelen waarbij kinderen denken dat die een gewenste uitkomst genereren. Bij het gebruik van dit model stoppen kinderen met onderzoeken wanneer de gewenste (of de ‘verwachte’ gewenste) uitkomst is bereikt.

Valanides, Papageorgiou en Angeli (2013) hebben een studie naar hetzelfde onderwerp gedaan als Schauble et al. (1991) en ook zij toonden aan dat het merendeel van de kinderen het engineering model gebruikt wanneer zij uitkomsten uit een onderzoek moeten genereren. De auteurs bedoelden met ‘engineers’: kinderen die vooral geïnteresseerd zijn in het bereiken van een uitkomst door zich te richten op ‘trial-and-error’. ‘Scientists’ werden gedefinieerd als kinderen die investeren in het bepalen van het effect van elke aparte variabele, degenen die oorzaak en gevolg relaties proberen te begrijpen, theorie en bewijs coördineren en hypothesen verwerpen wanneer de data het tegendeel bewijst.

Ondanks dat kinderen van nature ‘engineers’ blijken te zijn, kan juist het science model worden gezien als een beter model om te gebruiken tijdens het doen van onderzoek, omdat dit model als formeel en analytisch beschouwd kan worden (Schauble et al., 1991). Kinderen leren dus meer tijdens het onderzoeken wanneer ze gebruik maken van dit science model van onderzoeken dan wanneer ze het engineering model van onderzoeken gebruiken.

Naast dat blijkt dat kinderen vaak het engineering model van onderzoeken gebruiken en dit de kennis die kinderen opdoen uit een onderzoek meestal niet ten goede zal komen, lieten Croker en Buchanan (2011) zien dat opvattingen en bestaande kennis hierbij ook een belangrijke rol spelen. Aan kinderen van 3 tot en met 11 jaar werd in hun onderzoek een ‘hypothesetest-taak’ gegeven en gevraagd om hun antwoorden uit te leggen. De kinderen kregen informatie die consistent of inconsistent was met hun eigen opvattingen. Ook bestond elke taak uit een goede of slechte uitkomst die gezonde tanden (goed) of ongezonde tanden (slecht) betrof. Wanneer de informatie die de kinderen gegeven werd consistent was met de bestaande opvattingen en de uitkomst goed was, of wanneer de informatie inconsistent was maar de uitkomst slecht, dan waren kinderen meer geneigd om geschikte onderzoeksstrategieën te gebruiken voor de gestelde hypothese. De *Control of Variables Strategy*

(CVS) werd vooral gebruikt wanneer het bewijs consistent was met de opvattingen en bestaande kennis van de kinderen. De CVS houdt in dat alleen de variabele van interesse tijdens het onderzoeken gemanipuleerd zou moeten worden terwijl de andere variabelen constant worden gehouden (Chen & Klahr, 1999). De CVS werd in dit onderzoek als onderdeel beschouwd van het bovengenoemde science model van onderzoeken.

Samenvattend kan tot nu toe gesteld worden dat kinderen van nature vaak geen gebruik maken van geschikte onderzoeksstrategieën en daarom geen efficiënte en valide conclusies trekken. Verder blijken kinderen de neiging te hebben om veelal vast te houden aan hun oorspronkelijke opvattingen en bestaande kennis. Er kan dus gesuggereerd worden dat kinderen van nature geen gebruik maken van het science model van onderzoeken en dit in de weg kan staan wanneer kinderen kennis willen vergaren vanuit een onderzoek.

Toch blijkt dat kinderen wel degelijk kunnen leren om het science model van onderzoeken te gebruiken tijdens het doen van onderzoek. Er is een aantal studies waarin werd aangetoond dat het type instructie dat gegeven wordt aan kinderen tijdens het onderzoeken bij kan dragen aan de verbetering van het gebruik van dit model. Er zijn verschillende typen instructie die gegeven kunnen worden en daarom hebben Arnold, Kremer en Mayer (2014) in hun studie onderzocht welk type instructie kinderen nodig hebben bij het uitvoeren van onderzoekstaken. Op basis van dit onderzoek zou geconcludeerd kunnen worden dat kinderen beter in staat zijn om het science model van onderzoeken te gebruiken en meer kennis te verzamelen vanuit een onderzoek, wanneer zij instructie krijgen over verschillende aspecten van het doen van onderzoek, zoals hypothesen, afhankelijke en onafhankelijke variabelen en confounding variabelen. Verder kan geconcludeerd worden dat kinderen instructie nodig hebben op het gebied van procedurele kennis (wat gedaan moet worden en hoe) en procedureel begrip (waarom iets gedaan moet worden).

De CVS werd hiervoor beschreven als onderdeel van het science model van onderzoeken, en er kan gesuggereerd worden dat instructie positief bijdraagt aan het gebruik hiervan door kinderen. Er zijn een aantal studies die het effect van directe instructie op het gebruik van de CVS hebben aangetoond. Directe instructie lijkt in de meeste aspecten op de hiervoor genoemde begeleide instructie, maar bestaat alleen uit uitleg, voorbeelden en feedback. Het stimuleren van de kinderen om te reflecteren op waaróm bepaalde stappen moeten worden genomen in een onderzoek wordt bij directe instructie in mindere mate aangehaald dan bij begeleide instructie. In een studie van Wagenveld, Segers, Kleemans en Verhoeven (2014) werden kinderen uit groep 6 en 8 random verdeeld over twee groepen; één groep met directe CVS-instructie en één groep met minimale instructie. Een resultaat was dat de groep met instructie de CVS in grotere mate verwierf en meer leerde dan de groep met minimale instructie. Ook Lazonder en Egberink (2013) en Lorch et al. (2010) vonden dat directe instructie gegeven aan kinderen positief bijdraagt aan hun gebruik van de CVS

en het trekken van valide conclusies. Strand-Cary en Klahr (2008) deelden in hun studie onder kinderen uit de groepen 5, 6 en 7 dezelfde uitkomsten.

Instructie kan niet alleen het gebruik van de CVS en het science model van onderzoeken bij kinderen stimuleren, maar ook de kennis vergroten die zij opdoen vanuit een onderzoek. Varma (2013) had een studie gedaan naar het effect van instructie op het leerproces van kinderen tijdens het onderzoeken. De auteur toonde aan dat kinderen kunnen profiteren van instructie op het gebied van onderzoek doen, als het gaat om het verwerven van kennis. Alfieri, Brooks, Aldrich en Tenenbaum (2011) gaven aan dat het geven van feedback, voorbeelden, aanwijzingen en uitleg het leren van kinderen ondersteunt, terwijl het niet geven van deze instructie het leren van kinderen niet ondersteunt. In een studie van Granger et al. (2012) werd aangetoond dat leerling-gerichte instructie gegeven aan kinderen uit groep 6 en 7 positief bijdraagt aan het opdoen van kennis uit wetenschapslessen. Met leerling-gerichte instructie werd bedoeld dat kinderen werden aangespoord om zelf te redeneren tijdens onderzoeklessen en dat de leraar de kinderen hierbij ondersteunt. Klahr en Nigam (2004) onderzochten bij kinderen uit groep 5 en 6 de effectiviteit van directe instructie. In de studie werd gevonden dat meer kinderen leerden van directe instructie dan van minimale instructie. Matlen en Klahr (2013) deelden in hun studie onder kinderen uit groep 5 soortgelijke uitkomsten.

Op basis van een studie van Hushman en Marley (2015) zou gesuggereerd kunnen worden dat directe instructie inderdaad positief bijdraagt aan het gebruik van het science model van onderzoeken en de kennis die kinderen vergaren vanuit een onderzoek, maar dat begeleide instructie directe instructie hierin overtreft. Een groep kinderen van 9 en 10 jaar oud werd random verdeeld over drie condities. Eén conditie was begeleide instructie op basis van de eerdergenoemde uitleg van Mayer (2004). De andere twee condities waren directe instructie en minimale instructie. Uit de resultaten bleek dat kinderen die begeleide instructie kregen een groter percentage correcte experimenten bedachten en grotere veranderingen in wetenschappelijke zelfverzekerdheid vertoonden dan kinderen in de andere condities. Er werd geen verschil gemeten tussen begeleide en directe instructie als het ging om herinnering, toepassing en evaluatie. Beide condities presteerden wel beter dan de groep met minimale instructie.

Samenvattend kan uit deze studies geconcludeerd worden dat wanneer kinderen directe instructie wordt gegeven, zij vaker de CVS gebruiken tijdens het doen van onderzoek dan wanneer zij minimale instructie krijgen. De CVS kan als onderdeel van het science model van onderzoeken worden beschouwd, en bevat het gebruik van correcte onderzoeksstrategieën. Het gebruik van dit science model kan zorgen voor het trekken van efficiënte en valide conclusies en daarmee kan gesuggereerd worden dat kinderen meer kennis vergaren tijdens het doen van onderzoek wanneer zij directe instructie krijgen, dan wanneer zij deze niet krijgen. Bovendien kan gesteld worden dat begeleide instructie een nog positiever effect heeft op het gebruik van deze strategieën en de daarmee getrokken

conclusies en verkregen kennis dan directe instructie. De meeste van deze studies zijn gedaan in de leeftijdscategorie van 8 tot en met 11 jaar.

Onderzoeksvraag en hypothesen

Het huidige onderzoek richtte zich op het effect van begeleide instructie en daarom werden de volgende onderzoeksvragen onderzocht:

1. Wat is de invloed van begeleide instructie op het gebruik van het science model van onderzoeken bij basisschoolkinderen uit groep 7 en 8?
2. Wat is de invloed van begeleide instructie op het vergaren van kennis tijdens het onderzoeken bij basisschoolkinderen uit groep 7 en 8?

Om deze vragen te onderzoeken werd de invloed van begeleide instructie bestudeerd op het onderzoeken door kinderen van de *wicked slot machine* (in het Nederlands ‘gekke fruitautomaat’). Bij een normale fruitautomaat werkt het zo; wanneer je een knop indrukt gaat het wiel boven die knop draaien. Bij de gekke fruitautomaat is dit niet het geval. Wanneer op een knop wordt gedrukt wil het niet zeggen dat ook het wiel erboven gaat draaien. Alle knoppen en hun verbindingen met de wielen zijn als het ware door elkaar gehusseld, aan de kinderen was de taak om uit te zoeken hoe de fruitautomaat werkt.

De groep kinderen werd in twee delen gesplitst. Aan de ene helft van de kinderen werd voorafgaand aan het onderzoekje begeleide instructie gegeven over het doen van onderzoek, aan de andere helft van de kinderen minimale instructie. Daarna werd aan alle kinderen de vraag gesteld: ‘Wat is de functie van elke knop?’. Deze vraag berustte op het science model van onderzoeken. Er werd hiermee namelijk een dieper begrip gevraagd van hoe de gekke fruitautomaat werkt om de vraag te kunnen beantwoorden. Vervolgens konden de kinderen aan de slag gaan met de automaat. Tijdens het onderzoeken werd bijgehouden hoe vaak de kinderen de automaat lieten draaien en hoeveel combinaties van knoppen zij onderzochten. Ook werd een aantal gedragingen bijgehouden vanuit het science model van onderzoeken en het engineering model van onderzoeken. Na het onderzoeken van de gekke fruitautomaat werd mondeling gevraagd hoe zij te werk waren gegaan tijdens het onderzoeken van de gekke fruitautomaat en werd de kinderen nogmaals gevraagd wat de functie is van elke knop via een kleine vragenlijst.

Op basis van het theoretisch kader zou gesuggereerd kunnen worden dat kinderen die begeleide instructie krijgen meer gebruik maken van het science model van onderzoeken dan kinderen die minimale instructie krijgen. Wanneer kinderen het science model gebruiken tijdens het doen van onderzoek exploreren zij breed, proberen zij het effect van elke mogelijke variabele te bepalen, is hun doel om oorzaak- en gevolg relaties te begrijpen en houden zij ook rekening met de mogelijkheid dat

sommige variabelen niet causaal zijn. Daarom is de onderstaande hypothese opgesteld, opgedeeld in 4 deelhypothesen:

1. De kinderen uit de groep met begeleide instructie zullen vaker het science model van onderzoeken gebruiken dan de kinderen uit de groep met minimale instructie.

- De kinderen uit de groep met begeleide instructie zullen de gekke fruitautomaat vaker laten draaien dan de kinderen uit de groep met minimale instructie.

- De kinderen uit de groep met begeleide instructie zullen meer verschillende combinaties van knoppen onderzoeken dan de kinderen uit de groep met minimale instructie.

- De kinderen uit de groep met begeleide instructie zullen meer gedragingen laten zien op basis van het science model van onderzoeken dan de kinderen uit de groep met minimale instructie.

- De kinderen uit de groep met begeleide instructie zullen meer antwoorden geven op basis van het science model van onderzoeken dan de kinderen uit de groep met minimale instructie.

Verder zou uit de literatuur gesuggereerd kunnen worden dat kinderen die begeleide instructie krijgen meer kennis vergaren vanuit een onderzoek door het trekken van efficiënte en valide conclusies, en in verband daarmee is de volgende hypothese opgesteld:

2. De kinderen uit de groep met begeleide instructie zullen de functie van meer knoppen kunnen bepalen dan de kinderen uit de groep met minimale instructie.

Methode

Participanten en design

Dit onderzoek is uitgevoerd met 56 kinderen uit groep 7 en 8 van een basisschool. De gemiddelde leeftijd was 10.98 jaar met een standaardafwijking van 0.77. In de totale groep bevonden zich 34 jongens en 22 meisjes. De groepen 7 en 8 waren bewust gekozen omdat kinderen op deze leeftijd in staat werden geacht om met de gekke fruitautomaat te werken en omdat veel van de literatuur uit het theoretisch kader op deze leeftijdsgroep was gebaseerd. De gehele onderzoeksgroep werd op een aselechte manier verdeeld in twee condities, een groep met begeleide instructie en een groep met minimale instructie. De begeleide instructiegroep ($n=27$) bestond uit 15 jongens en 12 meisjes. De minimale instructiegroep ($n=29$) bestond uit 19 jongens en 10 meisjes.

Materialen

De gekke fruitautomaat

De gekke fruitautomaat is een computerprogramma en om dit programma te laten draaien werd gebruik gemaakt van een laptop en muis. In Figuur 1 staat een afbeelding van hoe de kinderen de automaat op het scherm te zien kregen. Bij een normale fruitautomaat werkt het zo; wanneer bijvoorbeeld de rode knop wordt ingedrukt en aan de hendel wordt getrokken, gaat ook het rode wiel draaien. Bij de gekke fruitautomaat is dit niet het geval. Wanneer op de rode knop wordt gedrukt in combinatie met de blauwe, gaat het rode wiel draaien. Wanneer op de gele knop wordt gedrukt, gebeurt er niks. De blauwe knop is de hoofdschakelaar en altijd nodig om een wiel te laten draaien. En wanneer er op deze knop wordt gedrukt zonder de combinatie met andere knoppen gaat het groene wiel draaien. Wanneer op de groene knop wordt gedrukt in combinatie met de blauwe, gaat het blauwe wiel draaien. Wanneer op de rode, groene en blauwe knop tegelijk wordt gedrukt, gaat het gele wiel draaien. Hierbij moet steeds aan de hendel worden getrokken om de automaat te laten draaien.

Begeleide instructie en minimale instructie

Er werd verder gebruik gemaakt van begeleide en minimale instructie. Begeleide instructie bestond uit instructie gegeven aan de hand van uitleg, voorbeelden, modelling, feedback en oefening, plus een onderzoeksvraag. De instructie werd gegeven op basis van het science model van onderzoeken. Aan de hand van de afbeelding van de lichtjesmachine, weergegeven in bijlage 1, en een verhaal over Tess/Bram (afhankelijk van of het kind een jongen of een meisje was) uit groep 7 of 8 (afhankelijk van in welke klas het kind zat), werd instructie, toepasbaar op de gekke fruitautomaat, gegeven door de onderzoeker. Door het personage Tess of Bram te gebruiken werd verwacht dat de kinderen de gegeven instructie in grotere mate zouden verwerven dan wanneer de onderzoeker zelf als rolmodel

fungeerde. Uit de *social learning theory* van Bandura (1971) blijkt namelijk dat kinderen meer geneigd zijn om gedrag te imiteren van mensen die zij als gelijken beschouwen. Daardoor is de kans groter dat zij gedrag van mensen met hetzelfde geslacht en dezelfde leeftijd overnemen. In het verhaal wilde Tess/Bram de onderzoeksvraag ‘wat gebeurt er als ik op de knoppen druk, en waarvoor zijn ze nodig?’ onderzoeken en werden de stappen uitgelegd die zij/hij zou nemen. Ook waren kleine oefeningen in de instructie gebouwd. De oefeningen bestonden uit vragen die de onderzoeker stelde tijdens het vertellen van het verhaal. Voorbeelden zijn: ‘Wat zou een volgende stap kunnen zijn die Tess/Bram kan nemen om de onderzoeksvraag te onderzoeken, en waarom?’, ‘We hebben nu alle lichtjes een keertje laten branden, maar zijn we nu ook klaar met het onderzoeken van de knoppen? En waarom?’ en ‘Wat kunnen we concluderen op basis van wat we nu weten over de knoppen van de lichtjesmachine?’. De onderzoeker gaf feedback afhankelijk van het antwoord dat een kind gaf op een vraag of hoe het kind de oefening uitvoerde. Als laatste werd een onderzoeksvraag gesteld op basis van het science model van onderzoeken: ‘Wat is de functie van elke knop?’.

Minimale instructie bestond uit alleen dezelfde onderzoeksvraag als die van de begeleide instructie.

Kladblok

Tijdens het onderzoeken van de gekke fruitautomaat werd door de onderzoeker gebruik gemaakt van een kladblok om daarop te turven hoe vaak het kind de automaat liet draaien en hoe vaak een kind een bepaalde knop (of combinatie van knoppen) indrukte.

Observatieschema

Er werd gebruik gemaakt van een observatieschema om gedragingen uit het science model of engineering model van onderzoeken bij te houden (zie bijlage 2). In dit observatieschema konden gedragingen door de onderzoeker worden omcirkeld die een kind tijdens het onderzoeken liet zien op basis van de omschrijvingen die Schauble et al. (1991) in hun studie aan de modellen gaven. In het observatieschema stonden zeven gedragingen uit het science model en vijf gedragingen uit het engineering model van onderzoeken.

Gestelde vragen

Om te onderzoeken vanuit welk model (science of engineering) de kinderen de gekke fruitautomaat onderzochten gebruikte de onderzoeker, naast het observatieschema, een recorder om de gestelde vragen en de gegeven antwoorden aan het eind van het onderzoek op te nemen. Deze vragen met de bijbehorende Cohen's Kappa zijn opgenomen in bijlage 3. Er werden twee vragen gesteld op basis van een gedraging uit het science model van onderzoeken en twee vragen op basis van het engineering

model van onderzoeken. De kinderen konden hier met ja of nee op antwoorden. Verder werden er twee open vragen gesteld waarbij het kind kon antwoorden op een science manier of op een engineer manier.

Vragenlijst

Door middel van een vragenlijst werd gemeten in hoeverre de kinderen kennis hadden verzameld tijdens het onderzoeken van de gekke fruitautomaat, op basis van de vooraf gestelde onderzoeksvraag. De gehele vragenlijst met de bijbehorende Chronbach's Alpha is opgenomen in bijlage 4. In de vragenlijst werd schriftelijk, door middel van vier vragen, gevraagd wat de functie is van de rode, gele, blauwe en groene knop van de gekke fruitautomaat.



Figuur 1. The wicked slot machine/gekke fruitautomaat.

Procedure

Het onderzoek vond plaats op de basisschool en een sessie per kind duurde ongeveer vijftien minuten. Voorafgaand aan het onderzoek werd een brief aan de ouders meegegeven met een strookje erbij waarmee zij aan konden geven dat zij geen toestemming gaven voor hun kind om mee te doen aan het onderzoek (zie bijlage 5). De kinderen werden aselekt verdeeld over twee condities, namelijk 'begeleide instructie' en 'minimale instructie'. De instructie werd individueel gegeven door de kinderen één voor één uit de klas te halen en te brengen naar een apart lokaal. Het eerste kind dat uit de klas werd gehaald kreeg begeleide instructie, het kind dat als tweede uit de klas werd gehaald kreeg minimale instructie, het derde kind kreeg weer begeleide instructie, en zo verder. Bij beide groepen (begeleide en minimale instructie) werd het kind eerst op zijn of haar gemak gesteld met een kort algemeen praatje. Daarna werd aan beide groepen een korte introductie gegeven over het onderzoek waaraan zij deelnamen. Vervolgens werd aan de ene groep begeleide instructie gegeven en aan de andere groep minimale instructie. Daarna werden beide groepen geconfronteerd met de normale fruitautomaat. De onderzoeker deed voor hoe je een wiel kon laten draaien en de kinderen mochten ook

zelf oefenen. Na het oefenen werd overgegaan op de gekke fruitautomaat en bij beide groepen de onderzoeksvraag ‘Wat is de functie van elke knop?’ gesteld. Tijdens het onderzoeken van de kinderen werd bijgehouden hoe vaak de kinderen de automaat lieten draaien en welke knoppen of combinatie van knoppen ze indrukten. Ook werd een aantal gedragingen bijgehouden door middel van het observatieschema. Na afloop werden door de onderzoeker aan beide groepen kinderen mondeling de eerder genoemde vragen gesteld en werd de vragenlijst op papier gegeven. De kinderen konden deze zelf invullen en aangegeven wanneer ze klaar waren. Na het doorlopen van alle hiervoor genoemde stappen werd het kind terug naar de klas gebracht en het volgende kind opgehaald.

Data-analyse

Om de eerste hypothese ‘de kinderen uit de groep met begeleide instructie zullen vaker het science model van onderzoeken gebruiken dan de kinderen uit de groep met minimale instructie’ te testen, is gebruik gemaakt van vier deelhypothesen. De eerste deelhypothese luidde: ‘de kinderen uit de groep met begeleide instructie zullen de gekke fruitautomaat vaker laten draaien dan de kinderen uit de groep met minimale instructie’. Hiervoor werden de bijgehouden aantallen per kind geteld. De scores voldeden niet aan de eisen van normaliteit en gelijke variantie. Daarom is deze hypothese getest met een Mann-Whitney toets. De tweede deelhypothese ‘de kinderen uit de groep met begeleide instructie zullen meer verschillende combinaties van knoppen onderzoeken dan de kinderen uit de groep met minimale instructie’ is op dezelfde manier gescoord als de hypothese hiervoor. Het aantal gemaakte combinaties werd per kind geteld. Deze scores voldeden wel aan de eisen van normaliteit en gelijke variantie. Daarom is gebruik gemaakt van een Independent-Samples T Test om de hypothese te testen. De derde deelhypothese luidde: ‘de kinderen uit de groep met begeleide instructie zullen meer gedragingen laten zien op basis van het science model van onderzoeken dan de kinderen uit de groep met minimale instructie’, en is gescoord door middel van de ingevulde observatieschema’s door de onderzoeker. Wanneer een kind meer dan vier gedragingen op basis van het science model van onderzoeken liet zien, werd de code ‘science’ gegeven. Wanneer een kind drie of meer gedragingen op basis van het engineering model van onderzoeken liet zien, werd de code ‘engineer’ gegeven. Wanneer uit allebei de modellen evenveel gedragingen werden vertoond of wanneer er niet voldaan kon worden aan de bovengenoemde voorwaarden voor de code ‘science’ of ‘engineer’, werd de code ‘combinatie’ gegeven. De hypothese werd getest door een Chi-Square toets. De vierde en laatste deelhypothese ‘de kinderen uit de groep met begeleide instructie zullen meer antwoorden geven op basis van het science model van onderzoeken dan de kinderen uit de groep met minimale instructie’ is gescoord op basis van de transcripten van de gestelde vragen en de antwoorden die de kinderen daarop gaven. De transcripten zijn door de onderzoeker zelf en een tweede persoon gecodeerd aan de hand van het codeerschema in bijlage 6. Het aantal keren dat een kind een vraag beantwoordde met

de code 'science' is geteld. Deze scores voldeden weer aan de eisen van normaliteit en gelijke variantie. Daarom is ook deze deelhypothese getest door een Independent-Samples T Test.

Voor de tweede hypothese 'de kinderen uit de groep met begeleide instructie zullen de functie van meer knoppen kunnen bepalen dan de kinderen uit de groep met minimale instructie' zijn de ingevulde vragenlijsten per kind gescoord door middel van het antwoordmodel in bijlage 7. Deze scores voldeden aan de eisen van normaliteit en gelijke variantie. Daarom is deze hypothese getest door een Independent-Samples T test.

Resultaten

Het effect van begeleide instructie op het aantal keren laten draaien van de fruitautomaat bleek niet significant te zijn, $U=317$, $z=-1.223$, $p=.221$. Dit betekent dat de groep kinderen met begeleide instructie, met een gemiddelde van 21.78 ($SD = 18.00$), de automaat niet significant vaker had laten draaien dan de groep kinderen met minimale instructie, met een gemiddelde van 18.17 ($SD = 15.41$). Het effect van begeleide instructie op het aantal combinaties van knoppen bleek daarentegen wel significant te zijn, $t(54)=2.499$, $p=.004$. Dit betekent dat de groep met begeleide instructie significant meer combinaties van knoppen had onderzocht ($M = 10.52$, $SD = 2.40$) dan de groep met minimale instructie ($M = 8.34$, $SD = 3.88$). Het effect van begeleide instructie op het aantal getoonde gedragingen op basis van het science model van onderzoeken bleek ook significant te zijn, $\chi^2(2)=21.913$, $p<.001$. Dit betekent dat de kans dat kinderen uit de begeleide instructiegroep geclassificeerd werden als ‘scientist’ op basis van hun getoonde gedragingen 5.96 keer groter was dan bij de kinderen uit de minimale instructiegroep. De aantallen per gegeven code per instructiegroep zijn opgenomen in Tabel 1. Het effect van begeleide instructie op het aantal gegeven antwoorden op basis van het science model van onderzoeken bleek niet significant te zijn, $t(54)=2.321$, $p=.452$. Dit betekent dat de groep met begeleide instructie niet significant vaker antwoordde op basis van het science model van onderzoeken ($M = 3.67$, $SD = 1.00$) dan de kinderen uit de minimale instructiegroep ($M = 2.93$, $SD = 1.33$). Het effect van begeleide instructie op het aantal goed beantwoorde testvragen voor wat betreft de functie van de knoppen bleek significant te zijn, $t(54)=4.353$, $p=.023$. Dit betekent dat de groep met begeleide instructie, met een gemiddelde van 1.77 ($SD = 0.57$), meer testvragen goed had beantwoord dan de kinderen met minimale instructie, met een gemiddelde van 0.96 ($SD = 0.80$).

Tabel 1

Aantallen per code en interventiegroep

	Begeleide instructie ($n=27$)	Minimale instructie ($n=29$)
Aantal keer code ‘science’	11	3
Aantal keer code ‘engineer’	0	16
Aantal keer code ‘combinatie’	16	10

Conclusie en discussie

In het huidige onderzoek werd onderzocht wat het effect is van begeleide instructie op het gebruik van het science model van onderzoeken bij kinderen en de kennis die zij vergaren tijdens het doen van onderzoek. Het onderzoek is uitgevoerd met kinderen uit groep 7 en 8. Over het algemeen kan het grootste gedeelte van de hypothesen worden aangenomen. Hieronder zal dat meer in detail worden besproken.

De eerste hypothese ging over het effect van begeleide instructie op de mate van het gebruik van het science model van onderzoeken. Kinderen met begeleide instructie en minimale instructie werden vergeleken. De hypothese was opgedeeld in vier deelhypothesen. Op basis van de resultaten kan geconcludeerd worden dat kinderen met begeleide instructie meer combinaties van knoppen onderzoeken en meer gedragingen laten zien op basis van het science model van onderzoeken dan kinderen met minimale instructie. Er is geen direct bewijs gevonden voor de deelhypothesen dat kinderen met begeleide instructie de gekke fruitautomaat vaker zullen laten draaien of meer antwoorden zullen geven vanuit het science model van onderzoeken, dan kinderen met minimale instructie.

Op basis van de resultaten en de daaruit getrokken conclusies kunnen dus twee van de vier deelhypothese worden aangenomen. Begeleide instructie heeft een positief effect op de mate waarin kinderen breed exploreren tijdens het doen van onderzoek en op het aantal gedragingen dat kinderen laten zien op basis van het science model van onderzoeken. Daarentegen is het niet zo dat kinderen met begeleide instructie uitgebreider onderzoek doen en geven ze zelf ook niet meer aan dat ze het science model van onderzoeken gebruiken dan kinderen met minimale instructie. Daarom is er gedeeltelijk bewijs gevonden voor de eerste hypothese ‘de kinderen uit de groep met begeleide instructie zullen vaker het science model van onderzoeken gebruiken dan de kinderen uit de groep met minimale instructie’.

Omdat er gedeeltelijk bewijs is gevonden voor de eerste hypothese, zijn de resultaten uit dit onderzoek voor de helft conform met die van Schauble et al. (1991). Zij toonden aan dat kinderen van nature het engineering model van onderzoeken gebruiken, maar wanneer langzaam gewerkt wordt aan de overstap naar het science model van onderzoeken, kinderen dit model ook aannemen. Lazonder en Egberink (2013), Lorch et al. (2010) en Strand-Cary en Klahr (2008) vonden dat directe instructie gegeven aan kinderen positief bijdraagt aan hun gebruik van de CVS en het trekken van valide conclusies. Directe instructie lijkt in veel aspecten op begeleide instructie en CVS werd in dit onderzoek als onderdeel van het science model van onderzoeken beschouwd, en daarom kan gesteld worden dat de resultaten van het huidige onderzoek wederom voor de helft conform zijn met de bovengenoemde studies.

Ondanks dat er gedeeltelijk bewijs is gevonden voor de hypothese, zou het kunnen zijn dat er een paar factoren meespeelden die ervoor zorgden dat niet alle deelhypothesen kunnen worden

aangenomen. Eén daarvan heeft te maken met de steekproef zelf. Een groot gedeelte van de kinderen van de onderzochte basisschool had een lager niveau van taalbegrip, Sociaal Economische Status (SES) en schoolprestatie dan het landelijk gemiddelde, en kon daarom minder in staat zijn om, ongeacht de gegeven instructie, op basis van het science model van onderzoeken te handelen. Dit werd gemeld door de leerkrachten van de onderzochte groepen. Een groot percentage van de kinderen in de onderzochte klassen van de basisschool was namelijk van buitenlandse afkomst en het begrip van de Nederlandse taal zou daarom lager kunnen zijn, waardoor zij de instructie en gestelde vragen door de onderzoeker niet goed zouden kunnen hebben begrepen. In een studie van Mercer, Wegerif, en Dawes (1999) en Snow (2010) werd aangetoond dat CVS-verwerving en het leren ervan, gerelateerd is aan taalvaardigheden en dat dit een zeer belangrijke factor is voor wetenschappelijk leren. Ook Wagenveld et al. (2014) toonden in hun studie, naar de relatie tussen karakteristieken van het kind en CVS-verwerving, aan dat karakteristieken die taalvaardig van aard zijn, belangrijke voorspellers zijn voor het leren van de CVS. In een studie van Siler, Klahr, Magaro, Willows en Mowery (2010) werd aangetoond dat bij kinderen met een lage SES, vocabulaire vaardigheden de verwerving van de CVS kunnen bemoeilijken. Klahr en Li (2005) toonden ook aan dat instructie minder effectief is bij kinderen met een lage SES. Koerber, Osterhaus, Mayer, Schwippert en Sodian (2015) toonden in hun studie aan dat er een sterke invloed werd gevonden van schoolprestatie op de mate van het wetenschappelijk denken bij kinderen.

Verder zou een reden voor het gedeeltelijk gevonden bewijs kunnen zijn dat de gegeven instructie in dit onderzoek uit één sessie bestond, terwijl in de meeste studies (o.a. die van Matlen & Klahr, 2013; Varma, 2013; Hushman & Marley, 2015) gebruik werd gemaakt van uitgebreidere instructie verspreid over meerdere sessies. Ook dit zou een reden kunnen zijn voor het gedeeltelijk gevonden bewijs voor de eerste hypothese. Het zou kunnen zijn dat de kinderen in de begeleide instructiegroep een basis hadden die niet sterk genoeg was om volledig vanuit het science model van onderzoeken te handelen. Het gebrek aan herhaling heeft hierbij een rol kunnen spelen. In bovengenoemde studies zorgden de meerdere sessies ervoor dat begeleide instructie werd herhaald terwijl in de huidige studie dit niet het geval was. Volgens het *Hebb repetition effect* zorgt herhaling voor een verbeterde prestatie als het gaat om herinnering (Hebb, 1961), in dit geval het herinneren van het gebruik van het science model van onderzoeken tijdens het doen van onderzoek.

De tweede hypothese ging over het effect van begeleide instructie op de hoeveelheid knoppen van de gekke fruitautomaat waarvan de kinderen de juiste functie konden bepalen. Op basis van de resultaten kan geconcludeerd worden dat kinderen met begeleide instructie meer testvragen goed beantwoorden op basis van een onderzoeksvraag dan kinderen met minimale instructie. Er kan dus gesteld worden dat begeleide instructie een positief effect heeft op de kennis die kinderen vergaren vanuit een onderzoek. Daarmee kan de tweede hypothese ‘de kinderen uit de groep met begeleide

instructie zullen de functie van meer knoppen kunnen bepalen dan de kinderen uit de groep met minimale instructie' worden aangenomen.

Begeleide instructie draagt in zijn geheel positief bij aan de kennis die kinderen vergaren tijdens het doen van onderzoek. Dit is conform met de studie van Klahr en Nigam (2004), die vonden dat meer kinderen leren van directe instructie dan van minimale instructie. Masnick, Klahr en Knowles (2016) hebben een studie gedaan naar het effect van begeleiding, door het geven van een science of engineer doel, op het bijstellen van bestaande opvattingen van kinderen. Uit de studie is gebleken dat kinderen in de science conditie meer kennis op konden doen over causale en niet-causale factoren. Dit deden zij door het gebruik van empirisch bewijs om causale misconcepties door bestaande opvattingen bij te stellen. Er zou op basis van dit onderzoek gesuggereerd kunnen worden dat begeleide instructie op basis van het science model van onderzoeken een positief effect kan hebben op de mate waarin kinderen kennis vergaren vanuit een onderzoek. Daarom zouden deze resultaten conform kunnen zijn met die van het huidige onderzoek.

Een reden voor de gevonden significante effecten zou kunnen zijn dat in het huidige onderzoek gebruik is gemaakt van begeleide instructie en de kinderen daarom werden getriggerd om ook zelf na te denken hoe op een science manier gehandeld kon worden en waarom bepaalde stappen genomen moesten worden. Actief met een leeronderwerp bezig zijn kan ervoor gezorgd hebben dat de intrinsieke motivatie bij de kinderen werd vergroot, en daarmee het leerproces en de vergaarde kennis (Benware & Deci, 1984). Het zou kunnen zijn dat de kinderen in de begeleide instructiegroep goed waren voorbereid om efficiënte en valide conclusies te trekken, en daarmee samengaan meer kennis verwierven dan de kinderen in de minimale instructiegroep.

Verder was gebruik gemaakt van rolmodellen waarmee de kinderen zich gemakkelijk konden identificeren. Zoals hiervoor in de methode al werd vermeld, kan dit ervoor gezorgd hebben dat de kinderen in de begeleide instructiegroep een extra 'trigger' hebben gehad om het gedrag van Tess/Bram over te nemen en daardoor valide conclusies trokken.

Een aanbeveling voor vervolgonderzoek zou kunnen zijn om het onderzoek uit te voeren op een basisschool met kinderen waarvan de afkomst, SES en het intelligentieniveau gemiddeld is. Zo wordt een betrouwbaar beeld verkregen van de gehele populatie, zonder dat er zich een plafond-effect van bovengenoemde factoren in de steekproef bevindt.

Het is ook een aanbeveling om de instructie uitgebreider te maken. In de huidige studie is gebruik gemaakt van een korte begeleide instructie, en daarom zou er een nog sterker effect gevonden kunnen worden op het gebruikte model van onderzoeken, maar ook de verworven kennis, wanneer de instructie langer wordt gemaakt en/of over meerdere sessies gespreid wordt, net als in de aangehaalde studies in het theoretisch kader.

Verder is het een praktische aanbeveling om logfiles te gebruiken, om zo automatisch bij te

houden hoe vaak de kinderen de gekke fruitautomaat laten draaien en welke knoppen en combinatie van knoppen ze indrukken.

Ook is het een aanbeveling om de kinderen in aparte groepen te houden (begeleide instructie en minimale instructie) en daarmee de kans te verkleinen dat kinderen uit de minimale instructiegroep met kinderen uit de begeleide instructiegroep praten over het onderzoek. Hierdoor wordt de kans gereduceerd dat kinderen informatie over de begeleide instructie doorspelen aan kinderen uit de minimale instructiegroep, en de resultaten van het onderzoek vertroebeld raken. Een mogelijkheid zou kunnen zijn om twee klassen van twee verschillende basisscholen te nemen met hetzelfde niveau, bijvoorbeeld twee groepen 8. De ene groep 8 van de basisschool kan begeleide instructie worden gegeven en de groep 8 van de andere basisschool kan minimale instructie worden gegeven.

Als laatste is het een aanbeveling om de kinderen te vragen hardop te denken. In het huidige onderzoek is alleen gekeken naar gedragingen en willekeurige uitspraken van de leerlingen, maar het zou een extra sterke informatiebron kunnen zijn om alle kinderen hardop te laten denken om erachter te komen wat er in hun hoofd omgaat tijdens het onderzoeken en onder welk model (science/engineering) ze dus vallen.

Uit bovenstaand onderzoek blijkt dat begeleide instructie over het algemeen een positief effect heeft op het gebruik van het science model van onderzoeken en de kennis die wordt verkregen tijdens het doen van onderzoek. Daaruit volgt een implicatie voor de lespraktijk om wetenschapslessen op basisscholen aan te vullen met begeleide instructie. Dit kan in de vorm zijn van uitleg, visueel materiaal (film/afbeeldingen), oefeningen, feedback van de leerkracht en voorbeelden van leeftijdsgenootjes die onderzoek uitvoeren (modelling). Deze vorm van instructie kan de kinderen uit het basisonderwijs in staat stellen om op een wetenschappelijke manier onderzoek te doen, te redeneren, te reflecteren, en laat hen meer kennis vergaren tijdens het uitvoeren van een onderzoek.

Literatuurlijst

- Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., & Tenenbaum, H. R. (2011). Does discovery-based instruction enhance learning? *Journal of Educational Psychology*, 103, 1–18. doi:10.1037/a0021017.
- Arnold, J.C., Kremer, K., & Mayer, J. (2014). Understanding students' experiments—What kind of support do they need in inquiry tasks? *International Journal of Science Education*, 36, 2719-2749. doi: 10.1080/09500693.2014.930209.
- Bandura, A. (1971). Social learning theory (General learning corporation). Verkregen van Stanford University website: http://www.esludwig.com/uploads/2/6/1/0/26105457/bandura_sociallearningtheory.pdf
- Benware, C.A., & Deci, E.L. (1984). Quality of learning with an active versus passive motivational set. *American Educational Research Journal*, 21, 755-765. doi: 10.3102/00028312021004755.
- Chen, Z., & Klahr, D. (1999). All other things being equal: Acquisition and transfer of the control of variables strategy. *Child Development*, 70, 1098-1120.
- Crocker, S., & Buchanan, H. (2011). Scientific reasoning in a real-world context: The effect of prior belief and outcome on children's hypothesis-testing strategies. *British Journal of Developmental Psychology*, 29, 409-424. doi: 10.1348/026151010X496906.
- Granger, E.M., Bevis, T.H., Saka, Y., Southerland, S.A., Sampson, V., & Tate, R.L. (2012). The efficacy of student-centered instruction in supporting science learning. *Science*, 338, 105-108. doi: 10.1126/science.1223709.
- Hebb, D.O. (1961). Distinctive features of learning in the higher animal. In J.F. Delafresnaye (Ed.), *Brain mechanisms and learning; A symposium* (pp. 37-51). Oxford, UK: Blackwell Scientific Publications.
- Hushman, C.J., & Marley, S.C. (2015). Guided instruction improves elementary student learning

and self-efficacy in science. *The Journal of Educational Research*, 5, 371-381. doi: 10.1080/00220671.2014.899958.

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, 75–86. doi:10.1207/s15326985ep4102_1.

Klahr, D., & Li, J. (2005). Cognitive research and elementary science instruction: From the laboratory, to the classroom, and back. *Journal of Science Education and Technology*, 14, 217–238.

Klahr, D., & Nigam, M. (2004). The equivalence of learning paths in early science instruction. Effects of direct instruction and discovery learning. *American Psychological Society*, 15, 661-667.

Koerber, S., Osterhaus, C. Mayer, D., Schwippert, K., & Sodian, B. (2015). The development of scientific thinking in elementary school: A comprehensive inventory. *Child Development*, 86, 327-336. doi: 10.1111/cdev.12298.

Kolb, D.A. (1984). *Experimental learning*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Lazonder, A.W., & Egberink, A. (2013). Children's acquisition and use of the control-of-variables strategy: Effects of explicit and implicit instructional guidance. *Instructional Science*, 42, 291-304. doi: 10.1007/s11251-013-9284-3.

Lazonder, A.W., & Harmsen, R. (2014). *Hulp nodig? Een meta-analyse naar de effecten van ondersteuning bij onderzoekend leren* (NWO PROO review studie “Ondersteuning voor onderzoekend leren bij kinderen en adolescenten: Wat werkt wanneer en waarom?” 411-12-210). Verkregen van Kennisplatform voor het onderwijs website: <http://wij-leren.nl/ondersteuning-voor-onderzoekend-leren-kinderen-adolescenten-reviewstudie.php>.

Lorch, R. F., Lorch, E. P., Calderhead, W. J., Dunlap, E. E., Hodell, E. C., & Freer, B. D. (2010). Learning the control of variables strategy in higher and lower achieving classrooms: Contributions of explicit instruction and experimentation. *Journal of Educational Psychology*, 102, 90–101. doi:10.1037/a0017972.

- Masnick, A.M., Klahr, D., & Knowles, E.R. (2016). Data-driven belief revision in children and adults. *Journal of Cognition and Development*. doi: 10.1080/15248372.2016.1168824.
- Matlen, B. J., & Klahr, D. (2013). Sequential effects of high and low instructional guidance on children's acquisition of experimentation skills: Is it all in the timing? *Instructional Science*, 41, 621–634. doi:10.1007/s11251-012-9248-z.
- Mayer, R. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. *American Psychologist*, 59, 14–19. doi:10.1037/0003-066X.59.1.14.
- Mercer, N., Wegerif, R., & Dawes, L. (1999). Children's talk and the development of reasoning in the classroom. *British Educational Research Journal*, 25, 95–111.
- Pbs. (2010). Video excerpt: Kermit loves a bucket. Verkregen op 10 maart 2016, van <http://www.pbs.org/wnet/humanspark/video/program-three-brain-matters-video-excerpt-kermit-loves-a-bucket/424/>.
- Schauble, L., Klopfer, L. E., & Raghavan, K. (1991). Students' transition from an engineering model to a science model of experimentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 859-882.
- Siler, S., Klahr, D., Magaro, C., Willows, K., & Mowery, D. (2010). *Predictors of transfer of experimental design skills in elementary and middle school children*. In intelligent tutoring systems (pp. 198–208). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Snow, C. E. (2010). Academic language and the challenge of reading. *Science*, 328, 450–452.
- Strand-Cary, M., & Klahr, D. (2008). Developing elementary science skills: Instructional effectiveness and path independence. *Cognitive Development*, 23, 488–511. doi:10.1016/j.cogdev.2008.09.005.
- Valanides, N., Papageorgiou, M., & Angeli, C. (2013). Scientific investigations of elementary

school children. *Journal of Science Educational Technology*, 23, 26-36. doi: 10.1007/s10956-013-9448-6.

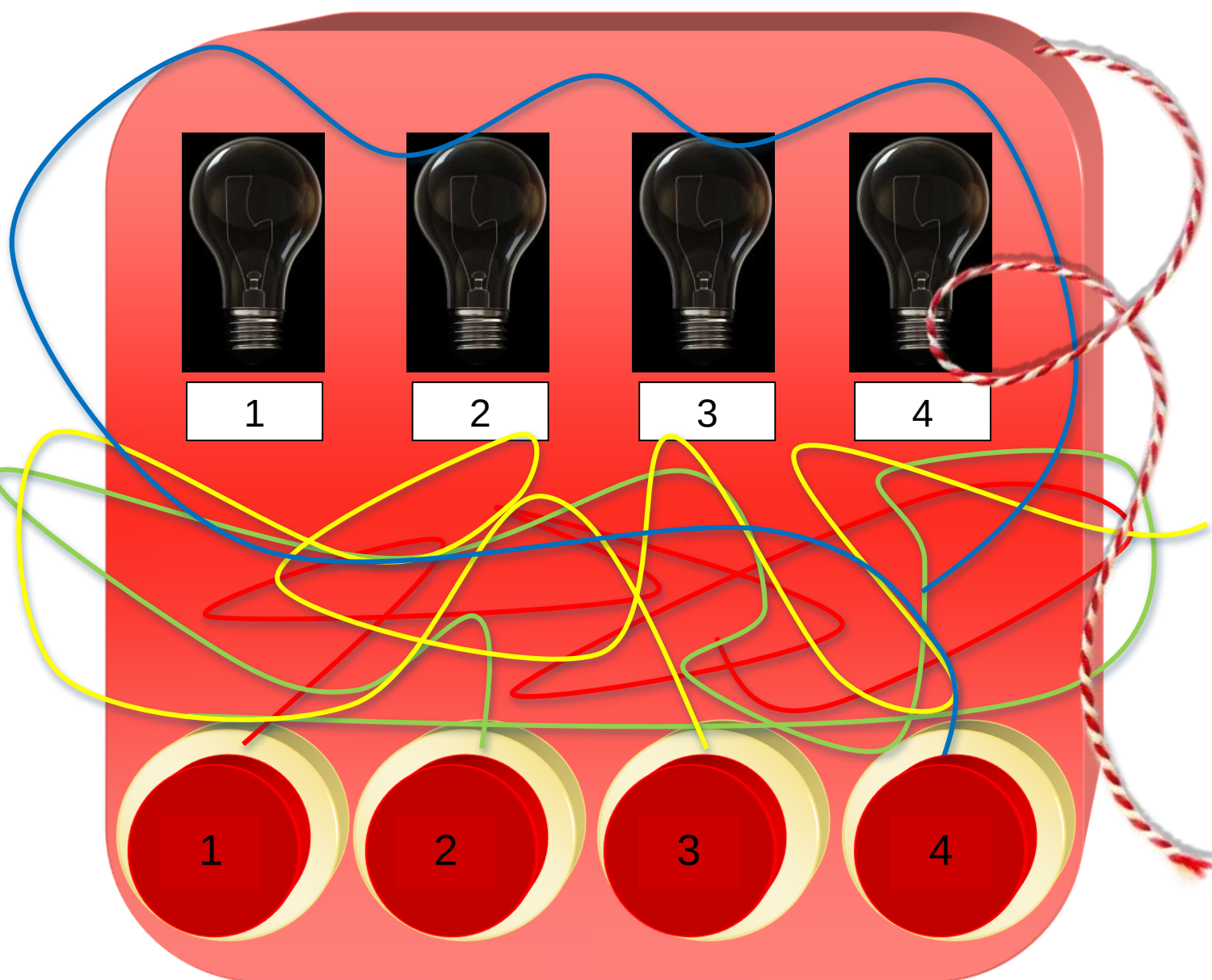
Varma, K. (2013). Supporting scientific experimentation and reasoning in young elementary school students. *Journal of Science Education Technology*, 23, 381–397. doi: 10.1007/s10956-013-9470-8.

Velthorst, G., Oosterheert, I., & Brouwer, N. (2011). *Onderzoekend leren: de nieuwsgierigheid voorbij* (Tijdschrift voor lerarenopleiders (VELON / VELOV) - 32(3) 2011). Verkregen van Kenniscentrum Wetenschap en Techniek Gelderland website: http://www.techyourfuture.nl/files/downloads/Kennisbank_Onderwijs/Onderzoekend_leren_de_nieuwsgierigheid_voorbij.pdf.

Wagensveld, B., Segers, E., Kleemans, T., & Verhoeven L. (2014). Child predictors of learning to control variables via instruction or self-discovery. *Behavioural Science Institute*, 43, 365-379. doi:10.1007/s11251-014-9334-5.

Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, 27, 172-223.

De Lichtjesmachine



Uitknippen:



Bijlage 2. Observatieschema

Science model van onderzoeken

- | | |
|---|----------|
| 1. Brede exploratie | ja / nee |
| 2. Selectiviteit interpreteren bewijs | ja / nee |
| 3. Ook aandacht voor niet-causale variabelen | ja / nee |
| 4. Betekenis zoeken achter het probleem en uitkomsten | ja / nee |
| 5. Doel om oorzaak-gevolg relaties te begrijpen | ja / nee |
| 6. Elke manipuleerbare variabele testen | ja / nee |
| 7. Geen vooraf bedachte uitkomsten | ja / nee |

Opmerkingen:

Engineering model van onderzoeken

- | | |
|--|----------|
| 1. Wenselijke uitkomst creëren | ja / nee |
| 2. Vergelijken van variabelen met groot contrast | ja / nee |
| 3. Nadruk op causale variabelen | ja / nee |
| 4. Richten op variabelen met gewenste uitkomst | ja / nee |
| 5. Vooraf bedachte uitkomsten | ja / nee |

Opmerkingen:

Bijlage 3. Gestelde vragen einde onderzoek

1. Wat heb je gedaan om te onderzoeken welke knop waarvoor nodig is?
Met een Cohen's Kappa van 0.420.
2. Ben je pas gestopt met onderzoeken nadat je elke knop had geprobeerd en elke combinatie van knoppen? Met een Cohen's Kappa van 0.673.
3. Heb je tijdens het onderzoeken gekeken naar hoe je een bepaald wiel kan laten draaien?
Met een Cohen's Kappa van 0.753.
4. Wist je voor het onderzoeken al wat er gebeurde als je op de knoppen drukte?
Met een Cohen's Kappa van 0.517.
5. Denk je dat je nog op meer knoppen had kunnen drukken voordat je stopte met onderzoeken?
Met een Cohen's Kappa van 0.652.
6. Waarom denk jij dat onderzoekers/wetenschappers onderzoek doen?
Met een Cohen's Kappa van 0.236.

Bijlage 4. Vragenlijst

Vragenlijst onderzoek van de gekke fruitautomaat

Groep:

Leeftijd:

Ik ben een jongen/meisje

1. Wat gebeurt er als je op de rode knop drukt?

.....

.....

.....

2. Wat gebeurt er als je op de gele knop drukt?

.....

.....

.....

3. Wat gebeurt er als je op de blauwe knop drukt?

.....

.....

.....

4. Wat gebeurt er als je op de groene knop drukt?

.....

.....

.....

Chronbach's Alpha van 0.624.

Bijlage 5. Brief ouders

UNIVERSITEIT TWENTE.

FACULTEIT GEDRAGS-, MANAGEMENT- EN MAATSCHAPPIJWETENSCHAPPEN

VAN

☎ 053 489 3082

✉ a.w.lazonder@utwente.nl

DATUM

12 april 2016

Geachte ouder(s) / verzorger(s),

Op 14, 15 en 19 april 2016 zal de klas van uw zoon/dochter meedoen aan het afstudeeronderzoek van Katja van der Klooster, studente psychologie van de Universiteit Twente. Met deze brief willen wij u informeren over het doel van dit onderzoek en de manier waarop de gegevens worden verzameld.

Katja gaat onderzoeken hoe basisschoolleerlingen onderzoek doen. Het doel van haar onderzoek is om inzicht te krijgen in de manier waarop leerlingen te werk gaan tijdens onderzoek doen en de mate waarin zij hierbij kennis vergaren. De resultaten van dit onderzoek kunnen worden gebruikt om de lessen wetenschap en techniekonderwijs verder te verbeteren.

Tijdens het onderzoek zullen de leerlingen aan de slag gaan met het computerprogramma van de 'gekke fruitautomaat'. Zij gaan uitzoeken wat de functie is van elke knop van deze automaat. De leerlingen voeren dit onderzoek individueel uit onder toezicht van Katja. Hierna maken de leerlingen een kleine vragenlijst om te zien wat ze hebben geleerd en zal hen mondeling een paar vragen worden gesteld over de manier waarop zij te werk zijn gegaan tijdens het onderzoeken. Het onderzoeken, de vragenlijst en de mondelinge vragen zullen tezamen ongeveer 15 minuten duren.

De ervaring leert dat leerlingen het leuk vinden om mee te doen met dit soort onderzoeken; het is voor hen een motiverende en leerzame manier om met wetenschap en techniek bezig te zijn.

De deelname aan het onderzoek is vrijwillig en de gegevens worden anoniem verwerkt. Mocht u er echter bezwaar tegen hebben dat uw zoon of dochter aan dit onderzoek meedoet, dan kunt u contact met mij opnemen via bovenstaand e-mailadres of het onderstaande strookje invullen en inleveren bij de leerkracht. Na afloop van het onderzoek kunt u alsnog aangeven dat de gegevens van uw kind niet mogen worden gebruikt; hiervoor kunt u mij een e-mail sturen. Als we geen bericht van u ontvangen, gaan we ervan uit dat u de deelname goedkeurt.

Als u benieuwd bent naar de resultaten van het onderzoek, zal ik die eind juni aan u sturen. Hiervoor ontvang ik graag uw (e-mail)adres.

Alvast bedankt voor uw medewerking!

Prof.dr. Ard Lazonder (afstudeerbegeleider)

Katja van der Klooster (student psychologie)

✂ -----

Naam leerling:

Groep:

Ik geef GEEN toestemming voor deelname door mijn zoon/dochter aan het onderzoek van Katja van der Klooster van de Universiteit Twente.

Handtekening:

DE ONDERNEMENDE UNIVERSITEIT

Postbus 217
7500 AE Enschede
www.utwente.nl

Universiteit Twente (UT) is ingeschreven in het handelsregister van de Kamer van Koophandel Oost Nederland onder nummer 501305360000.

Bijlage 6. Codeerschema

Vraag 1. Wat heb je gedaan om te onderzoeken welke knop waarvoor nodig is?

Science: strategische volgorde, elke combinatie geprobeerd te maken, gekeken welk wiel ging draaien.

Engineer: op wat knoppen gedrukt, geen volgorde, 'kwam niks uit/niet wat ik wilde of van tevoren dacht'.

Combinatie: elementen van beide; science en engineering model van onderzoeken. Onduidelijk om in één van beide modellen te plaatsen.

Vraag 2. Ben je pas gestopt met onderzoeken nadat je elke knop had geprobeerd en elke combinatie van knoppen?

Science: ja.

Engineer: nee.

Vraag 3. Heb je tijdens het onderzoeken gekeken naar hoe je een bepaald wiel kan laten draaien?

Science: ja.

Engineer: nee.

Vraag 4. Wist je voor het onderzoeken al wat er gebeurde als je op de knoppen drukte?

Science: nee.

Engineer: ja.

Vraag 5. Denk je dat je nog op meer knoppen had kunnen drukken voordat je stopte met onderzoeken?

Science: nee.

Engineer: ja.

Vraag 6. Waarom denk jij dat onderzoekers/wetenschappers onderzoek doen?

Science: betekenis zoeken achter een probleem, oorzaak-gevolg relaties begrijpen, nieuwe relaties tussen twee of meer 'variabelen' ontdekken.

Engineer: wenselijke uitkomst creëren, verbeteren van dingen, aantonen dat vooraf bedachte uitkomst klopt/niet klopt.

Combinatie: elementen van beide; science en engineering model van onderzoeken. Onduidelijk om in één van beide modellen te plaatsen.

Bijlage 7. Antwoordmodel vragenlijst

Vraag 1. Wat gebeurt er als je op de rode knop drukt?

1= nodig om rood en geel te laten draaien.

0,75= nodig om rood en geel te laten draaien + extra incorrecte informatie opgeschreven.

0,5= nodig om rood of geel te laten draaien.

0,25= met blauw werkt het wel/nodig om rood of geel te laten draaien + incorrect antwoord.

0= doet niks/incorrect antwoord.

Vraag 2. Wat gebeurt er als je op de gele knop drukt?

1= geel heeft geen functie.

0= geel heeft een functie.

Vraag 3. Wat gebeurt er als je op de blauwe knop drukt?

1= overall bij nodig/hoofdschakelaar.

0,75= nodig voor groen, blauw, rood en geel (door alle knoppen in te drukken).

0,5= blauw heb je nodig om groen of geel te laten draaien.

0,25= blauw heb je nodig om groen of geel te laten draaien + incorrect antwoord.

0= doet niks/incorrect antwoord.

Vraag 4. Wat gebeurt er als je op de groene knop drukt?

1= nodig om blauw en geel te laten draaien.

0,75= nodig om blauw en geel te laten draaien + extra incorrecte informatie opgeschreven.

0,5= nodig om blauw of geel te laten draaien.

0,25= met blauw werkt het wel/nodig om blauw of geel te laten draaien + incorrect antwoord.

0= doet niks/incorrect antwoord.