

# **Onderzoekend leren met behulp van concept cartoons**

Een studie naar onderzoekend leren binnen het basisonderwijs

Masterthese Psychologie, Instructie, Leren en Ontwikkeling  
Enschede, 2014

Noura Yadker

Supervisors:

Dr. A.W. Lazonder

Dr. P. Wilhelm

### **Abstract**

Inquiry learning is exploring the natural world, in which children ask questions, make discoveries and gain new knowledge through experimentation. In this process it is important that children are supported during their investigations to develop their inquiry learning skills. A concept cartoon is an example of a positive, approachable method to support the inquiry practices of elementary school children. This study examines whether the learning performance of elementary school children from grade 7 and 8 will be improved if they are supported with concept cartoons. The focus of this study will be on one specific inquiry skill, hypothesis generation. In this study, 44 children participated from group seven and eight from two elementary schools. It was expected that children without the support would generate only one hypothesis. It was also expected that children with the support would generate more than one hypothesis and draw valid conclusions. The results showed that children without the support are not able to generate more than one hypothesis. Also the results showed a significant difference between the group with the support and the group without the support. The participants with the support generated more than one hypothesis than the group without the support. The expectation that concept cartoons would help children to generate more alternative hypothesis is not supported by the results, no difference between the groups were detected in drawing valid conclusions. It can be concluded that concept cartoons helps children to generate more than one hypothesis, but there is no evidence that concept cartoons encourages children to generate more alternative hypothesis or draw more valid conclusions.

### **Samenvatting**

Onderzoekend leren is een ontdekkingsreis waarin kinderen vragen stellen, ontdekkingen doen en nieuwe kennis vergaren door middel van experimenten. Bij dit proces is het van belang dat kinderen ondersteuning krijgen zodat ze de onderzoekende vaardigheden kunnen ontwikkelen. Concept cartoons is een voorbeeld van een methode om ondersteuning te bieden bij het onderzoekend leren. In dit onderzoek wordt gekeken of ondersteuning effect heeft op het genereren van hypothesen. Aan dit onderzoek hebben 44 kinderen uit groep 7 en 8 deelgenomen van twee basisscholen. Verwacht werd dat kinderen die geen ondersteuning kregen slechts één hypothese zouden opstellen. Daarnaast werd verwacht dat kinderen die wel ondersteuning kregen, meer dan één hypothese zouden opstellen. Er werd ook verwacht dat kinderen met ondersteuning alternatieve hypothesen zouden opstellen en concrete conclusies gaan trekken. Uit de resultaten is gebleken dat kinderen uit de controle conditie gemiddeld niet meer dan één hypothese konden bedenken. Daarnaast bleek dat er een significant verschil was tussen de condities wat betreft hypothesen opstellen in het voordeel van de experimentele conditie. De verwachting dat concept cartoons kinderen helpen om alternatieve hypothesen te bedenken is echter niet ondersteund door de resultaten. Ook bleek uit de resultaten dat er geen significant verschil was tussen de conditie wat betreft conclusies trekken. Hieruit kan geconcludeerd worden dat concept cartoons een positief effect hebben op het opstellen van hypothesen, maar er is geen sprake van een effect van concept cartoons op het genereren van alternatieve hypothesen en conclusies trekken.

## Inhoudsopgave

Abstract	pag. 2
Samenvatting	pag. 3
Inhoudsopgave	pag. 4
1. Inleiding	pag. 5
2. Theoretisch kader	pag. 6
2.1 Hypotheses genereren	pag. 6
2.2 Ondersteuning voor het genereren van hypothesen	pag. 8
2.3 Huidige onderzoek en hypothesen	pag. 9
3. Methode	pag. 11
3.1 Proefpersonen	pag. 11
3.2 Materialen	pag. 11
3.2.1 Simulatie	pag. 11
3.2.2 Voorspellingsformulier voor de controle groep	pag. 12
3.2.3 Voorspellingsformulier voor de experimentele groep	pag. 13
3.2.4 Formulier bij het experiment	pag. 14
3.2.5 Voortoets	pag. 15
4. Procedure	pag. 16
5. Resultaten	pag. 17
5.1 Voortoets	pag. 17
5.2 Hypothesen	pag. 17
6. Conclusie en discussie	pag. 20
7. References	pag. 23
8. Bijlage	pag. 27
Bijlage 1. Voortoets	pag. 27
Bijlage 2. Voorspellingsformulier groep 1	pag. 29
Bijlage 3. Voorspellingsformulier groep 2	pag. 36
Bijlage 4. Formulier bij het experiment	pag. 43

## 1. Inleiding

Wetenschap en techniek krijgen momenteel veel aandacht in het Nederlandse basisonderwijs. Leraren worden jaarlijks uitgedaagd om kinderen te ondersteunen hun creativiteit en nieuwsgierigheid te ontwikkelen en/of te bevorderen binnen het wetenschappelijke en technische domein. In het huidige onderwijs is er daarom een vernieuwende beweging ontstaan die meer interesse heeft in de conceptvorming door de uitvoering van opdrachten door jonge kinderen. Deze beweging pleit voor essentiële vaardigheden en kennisverwerving door middel van onderzoekend leren (Kuhlthau, Maniotes & Caspari, 2007; Veldhorst, Oosterheert & Brouwer, 2011; Zimmerman, 2000).

Onderzoekend leren is een actief proces waarbij leerlingen observeren, voorspellingen doen, problemen verkennen, vragen stellen, experimenteren, nieuwe inzichten verwerven en leren om op een wetenschappelijke manier te redeneren (Gijlers & De Jong, 2009; Lazonder, 2014). Het wetenschappelijk redeneerproces wordt beschouwd als doelbewust kennis zoeken en het coördineren van theorie en bewijs (Mayer, Sodian, Koeber, & Schwippert, 2013). In de literatuur wordt deze kennis domeinspecifieke kennis genoemd (Lazonder, 2014; Penner & Klahr, 1996). De domeinspecifieke kennis omvat inhoudelijke kennis over bepaalde domeinen. Daarnaast omvat het wetenschappelijk redeneerproces een reeks van cognitieve en metacognitieve vaardigheden en strategieën. In de literatuur worden deze strategieën domein algemene strategieën genoemd. Deze strategieën omvatten complexe cognitieve vaardigheden en methoden die gebruikt worden om oplossingen te vinden voor probleemsituaties (Lazonder, 2014; Penner & Klahr, 1996).

Bij onderzoekend leren staan drie wetenschappelijke redeneervaardigheden centraal: hypothesen genereren, experimenteren, en de resultaten evalueren en/of conclusies trekken (Lazonder, 2014). Bij het genereren van hypothesen geeft de leerling één of meer verklaringen voor de relaties tussen de variabelen in een domein. De juistheid van deze hypothesen kan worden getoetst door te experimenteren. Deze vaardigheid omvat het ontwerpen van experimenten, het voorspellen van de uitkomst van de experimenten en het daadwerkelijk uitvoeren van het experimenteren. Bij de derde vaardigheid draait het om het interpreteren, beoordelen en evalueren van de resultaten. Hierbij herzien leerlingen idealiter hun hypothesen waar dat nodig is op basis van de data die ze hebben verzameld tijdens het experimenteren. (De Jong, 2006; Gijlers & De Jong, 2009; Lazonder, 2014; Reid, Zhang, & Chen, 2003; Zimmerman, 2000).

Uit diverse onderzoeken is gebleken dat kinderen problemen ervaren bij elk proces van het onderzoekend leren (Chen & Klahr; 1999; De Jong, 2006; Kuhn, in press). Deze problemen kunnen worden ondervangen door ondersteuning en begeleiding te bieden; wanneer dit op de juiste manier gebeurt, kan onderzoekend leren effectief zijn (Lazonder, Mulder & Wilhelm, 2011). De effectiviteit van ondersteuning is zichtbaar bij elk proces van het onderzoekend leren. Zo blijkt uit het onderzoek van Chen en Klahr (1999) dat intensieve training ervoor zorgt dat kinderen meer valide experimenten gaan uitvoeren. Daarnaast lijkt het aanbieden van een lijst met hypothesen leerlingen de zekerheid te

geven dat hypothesen syntactisch correct en toetsbaar zijn (Jong & Joolingen, 1998). Uit het onderzoek van Veenmans, Van Joolingen & De Jong (2000) blijkt verder dat computergebaseerde leeromgevingen met gegenereerde feedback leerlingen helpt bij het interpreteren van data.

In dit onderzoek wordt nagegaan of leerlingen uit groep 7 en groep 8 door middel van ondersteuning in de vorm van concept cartoons meer hypothesen gaan opstellen en correcte conclusies gaan trekken. Voor de onderbouwing van de vraagstelling wordt eerst ingegaan op het proces van hypothese generatie. Hierbij worden de problemen beschreven die zich voordoen bij het opstellen van hypothesen. Vervolgens worden diverse vormen van ondersteuning beschreven die in de praktijk worden ingezet om het opstellen van hypothesen te verbeteren, en worden concept cartoons (de ondersteuning die in dit onderzoek centraal staat) geïntroduceerd. Tot slot worden verwachtingen van dit onderzoek beschreven.

## **2. Theoretisch kader**

### **2.1 Hypothesen genereren**

Het genereren en testen van hypothesen is een belangrijke determinant voor succesvol onderzoekend leren (Gijlers & De Jong, 2009). Het doel van een experiment is het testen van een hypothese tegen een andere hypothese (Zimmerman, 2007). Het opstellen van een hypothese wordt gezien als een moeilijk, maar cruciaal proces. Hypothesen over een bepaald onderwerp of verschijnsel zijn gebaseerd op voorkennis van de leerlingen of op ervaringen die zij hebben opgedaan tijdens het onderzoekend leren. Voordat kinderen naar school gaan, hebben zij bepaalde theorieën en opvattingen gevormd over onderwerpen als beweging, kracht, temperatuur, dichtheid en massa. Dit wordt in de literatuur 'prior beliefs' genoemd (Klahr & Li, 2005). Deze opvattingen zijn vaak diep verankerd in hun mentale modellen. Op school kunnen kinderen deze theorieën en opvattingen testen door middel van experimenten. Hierbij gaan kinderen hypothesen genereren over de uitkomst van het experiment. De data die verzameld zijn tijdens het experimenteren, kan een hypothese bevestigen of ontkrachten, wat in het tweede geval kan leiden tot een revisie van de initiële hypothese of het genereren van een alternatieve hypothese. Als de resultaten een bestaande opvatting tegenspreken, hebben kinderen vaak moeite om de nieuwe inzichten als 'waar' te beschouwen. Hierdoor hebben zij moeite om de nieuwe inzichten te integreren met hun voorkennis en blijven zij trouw aan hun oorspronkelijke opvattingen (De Jong, 2006; Klahr & Li, 2005; Penner & Klahr, 1996).

De voorkennis van leerlingen heeft niet alleen invloed op het genereren van hypothesen maar ook op het uitvoeren en het interpreteren van experimenten. Uit het onderzoek van Gijlers en De Jong (2009) blijkt dat de voorkennis van leerlingen het opstellen van alternatieve hypothesen kan bevorderen. Kinderen met weinig voorkennis over een bepaald onderwerp hebben vaak problemen bij het genereren van hypothesen. Doordat jonge kinderen vaak over weinig voorkennis beschikken, zijn zij meestal in staat om slechts één hypothese op te stellen (Lazonder, 2014). Uit een recent onderzoek

is gebleken dat het niveau van domeinkennis de strategie keuze van leerlingen kan beïnvloeden. Met domeinkennis kunnen leerlingen een strategie gebruiken die gebaseerd is op een goed gestructureerde theorie. Hierbij gaan leerlingen eerst een hypothese genereren. Wanneer kinderen niet deze domeinkennis gebruiken of niet daarover beschikken, zullen zij meteen gaan experimenteren, zonder eerst hypothesen op te stellen. Dit kan tot gevolg hebben dat kinderen meer dan één variabele veranderen tijdens het experiment, in plaats van één variabele veranderen en de andere variabele constant houden (Lazonder, Hagemans & De Jong, 2010).

Voorkennis kan het genereren van hypothesen echter ook bemoeilijken (Gijlers & De Jong, 2009), vooral als de voorkennis incorrect is (Veldhorst et al., 2011). Doordat deze ‘onjuiste’ theorieën meestal diep verankerd zijn, hebben zij negatieve invloed op het kiezen van hypothesen en het uitvoeren van experimenten. Kinderen stellen hypothesen op en voeren experimenten uit om hun theorieën te bevestigen. Daarnaast zijn zij geneigd om belangrijke resultaten te negeren omdat deze niet aansluiten bij hun oorspronkelijke theorie (Klahr & Li, 2005). Daarbij maken ‘onjuiste’ hypothesen ook het trekken van conclusies moeilijker (Koerber, Sodian, Thoermer, & Nett, 2005). Om deze problemen te kunnen verhelpen, moeten kinderen volgens Kuhn (1989) erkennen dat er alternatieve hypothesen bestaan en dat resultaten niet overeen hoeven te komen met de eigen hypothesen. Om het onderscheid tussen hypothesen en resultaten duidelijker te maken, kunnen verschillende hypothesen worden aangeboden, dit vergemakkelijkt het erkenningproces dat er een mogelijkheid bestaat voor alternatieve hypothesen.

Bij het opstellen van hypothese kan zich nog een ander probleem voordoen. Sommige leerlingen weten niet hoe een correcte en toetsbare hypothese geformuleerd moet worden, waardoor de kans bestaat dat zij helemaal geen hypothesen opstellen. Uit een studie van Gauw (2011) is bleek dat meer dan de helft van de deelnemende kinderen geen duidelijke hypothese opstelde voordat zij gingen experimenteren. Bovendien bleek dat driekwart van de kinderen slechts één hypothese kon opstellen en 40% van de kinderen geen aandacht besteedde aan tegensprekende resultaten (zoals geciteerd in Lazonder et al., 2011). Ook oudere leerlingen vinden het vaak moeilijk om alternatieve hypothesen te genereren die gebaseerd zijn op experimentele uitkomsten, omdat zij vasthouden aan hun initiële ideeën, zelfs wanneer ze geconfronteerd worden met data die deze ideeën tegenspreken (De Jong, 2006). Toch is het bedenken van alternatieve hypothesen een van de meest leerzame aspecten van onderzoekend leren. Uit een onderzoek van Dunbar (1993) bleek dat studenten die probeerden tegenstrijdige bevindingen te verklaren, meer kans hadden om de regel achter de simulatie te ontdekken dan leerlingen die bleven zoeken naar bewijs voor hun eigen hypothesen. Als verklaring gaf Dunbar (1993) dat studenten de bestaande hypothese vasthouden omdat zij niet in staat zijn om alternatieve hypothesen te bedenken.

Uit de resultaten van de bovenstaande studies blijkt dat voorkennis zowel een positieve als negatieve invloed kan hebben op het opstellen van hypothesen. Het is daarom een uitdaging om ondersteuning te ontwerpen die kinderen kan helpen hun ‘incorrecte ideeën’ te veranderen en nieuwe

kennis te vergaren. Met andere woorden, de ondersteuning moet de ontwikkeling van vaardigheden in het wetenschappelijk redeneren bevorderen.

## 2.2 Ondersteuning voor het genereren van hypothesen

Het bieden van ondersteuning of *scaffolding* kan leerlingen helpen bij het opstellen van hypothesen. Scaffolding refereert naar een soort ondersteuning waarbij leerlingen geholpen worden om taken uit te voeren die ze nog niet alleen kunnen uitvoeren. Ze worden daarnaast ook geholpen bij het opbouwen van vaardigheden die ze nodig hebben om de taak uit te voeren. Vaak geeft een leraar of iemand met meer kennis deze ondersteuning. Tijdens computerondersteund leren wordt vaak gebruik gemaakt van software tools om deze ondersteuning te geven (Quintana et al., 2004)

Ondersteuning bij het creëren van hypothesen kan op meerdere manieren aangeboden worden. Een mogelijke vorm van ondersteuning is het aanbieden van een gestructureerde lijst met hypothesen waarvan de leerlingen er een minimaal aantal moeten selecteren en onderzoeken. Deze lijst geeft leerlingen de zekerheid dat de hypothesen syntactisch correct en toetsbaar zijn (De Jong & Van Joolingen, 1998). Het aanbieden van hypothesen heeft het meest effect wanneer leerlingen bekend zijn met de inhoud van deze hypothesen. Dit houdt in dat de voorkennis van leerlingen kan bepalen hoe zij van de aangeboden hypothesen kunnen profiteren (Njoo & De Jong, 1991). Uit ander onderzoek is gebleken dat leerlingen door dit soort ondersteuning meer actief aan het onderzoeken waren in vergelijking met leerlingen uit de controle conditie. Het werken met deze vorm van ondersteuning kan leerlingen echter ook beperken, omdat ze niet vrij zijn in het toetsen van hun ideeën (Gijlers & De Jong, 2009)

Een minder restrictieve benadering is het aanbieden van gedeeltelijke hypothesen. Gijlers en De Jong (2009) gaven leerlingen een hypothese kladblok waarmee ze basisdelen van een hypothese konden selecteren, bijvoorbeeld de termen 'als', 'dan' en 'wanneer'. Leerlingen konden zelf een relatie tussen variabelen opstellen door gebruik te maken van deze basisdelen. Dit hypothese kladblok kon nog worden uitgebreid door ook achtergrondinformatie aan te bieden. Echter, leerlingen moesten nog steeds zelf de variabelen en relaties kiezen die ze in hun hypothese willen hebben. Uit de resultaten van het onderzoek van Gijlers en De Jong (2009) bleek dat leerlingen uit de 'gedeelde voorspellingen tabel' conditie betere scores hadden op de voortest en de natest dan de andere condities, de gedeelde hypothesen kladblok en de controle conditie. De gedeelde voorspellingen tabel was gebaseerd op het idee dat opgestelde hypothesen het onderzoekend leren proces ondersteunen. Bij elke hypothese moesten leerlingen aangeven of ze bekend waren met de voorspelling, of ze dachten dat de voorspelling waar, waarschijnlijk waar, waarschijnlijk niet waar of niet waar is en tot slot of ze de voorspelling wilden testen met de simulatie. Leerlingen konden hun voorspelling op het kladblok opslaan. Alle voorspellingen werden dan toegevoegd aan een lijst van voorspellingen die leerlingen verderop in het leerproces weer konden oproepen. Ze moesten tevens aangeven of de voorspelling juist



was en getoetst moest worden of niet. Een verklaring voor de goede scores is dat leerlingen uit de gedeelde voorspellingen tabel van te voren een lijst met hypothesen aangereikt kregen die ze konden testen. Het ging hier om samenwerkend leren. Leerlingen kregen hierdoor de tijd om samen de stellingen te testen en te bediscussiëren, waardoor een groot deel van het domein doorlopen was.

Een vergelijkbare methode is het aanbieden van hypothesen in de vorm van concept cartoons. Concept cartoons zijn illustraties van een bepaalde situatie waarin stripfiguren afgebeeld zijn die elk een bepaald idee bespreekbaar maken. Deze ideeën zijn meestal wetenschappelijk aanvaardbare gezichtspunten (Naylor & Keogh, 2012) die leerlingen aanzetten om over alternatieve mogelijkheden na te denken, ook als deze conflicterend zijn met hun eigen opvattingen en theorieën. Hierdoor kunnen leerlingen alternatieve hypothesen opstellen die niet afkomstig zijn van hun eigen (mis)concepties. Daarnaast kunnen leerlingen geconfronteerd worden met tegenstrijdige overtuigingen wat tot een cognitief conflict kan leiden. Hierdoor moeten zij opnieuw nadenken over theorieën en ideeën en mogelijk een alternatieve hypothese opstellen (Gijlers & De Jong, 2009). Uit het onderzoek van Keogh en Naylor (1999) kwam naar voren dat kinderen gemotiveerd worden om na te denken over wetenschappelijke situaties bij het werken met concept cartoons. Dit kwam vooral door de conflicterende, maar tegelijkertijd geloofwaardige voorspellingen die gepresenteerd werden.

Het aanbieden van hints als middel om de processen van onderzoekend leren stimuleren en ontwikkelen sluit goed aan bij het aanbieden van concept cartoons. Ten eerste geven beide vormen van ondersteuning kinderen de mogelijkheid om zelf ontdekkingen te doen. Hierdoor kunnen kinderen leren uit hun eigen ervaringen. Ten tweede worden bij beide gedeeltelijke steun aangeboden om kinderen op de juiste pad te zetten (Kuhn & Dean, 2005; Kruit et al., 2012). De meerwaarde van concept cartoons is dat concept cartoons als een strategie worden ingezet om leerlingen uit te dagen in hun denken en tegelijkertijd worden zij gesteund bij de ontwikkeling van ideeën (Naylor & Keogh, 2012). Als concept cartoons worden gebruikt, gaan leerlingen met elkaar in discussie om hun ideeën te rechtvaardigen. Uit het onderzoek van Naylor en Keogh (2012) is gebleken dat concept cartoons kinderen stimuleren om over hun misconcepties na te denken en uit te dagen. Daarnaast is uit dezelfde studie van Naylor & Keogh (2012) gebleken dat concept cartoons een passend middel zijn om misconcepties te verhelpen.

De resultaten van Naylor & Keogh (2012) toonde de positieve bijdrage van concept cartoons bij het wetenschappelijk redeneerproces. Echter, er zijn geen bewijzen dat concept cartoons ertoe leiden dat kinderen meerdere en/of alternatieve hypothesen gaan stellen. In het huidige onderzoek wordt deze vraag nader onderzocht.

### **2.3 Huidige onderzoek en hypothesen**

Het doel van deze studie is het onderzoeken in hoeverre het aanbieden van ondersteuning in de vorm van concept cartoons de generatie van hypothesen positief kan beïnvloeden. De aandacht van dit

onderzoek gaat naar het opstellen van hypothesen bij kinderen van groep 7 en groep 8 van de basisschool. Hierbij wordt tevens gekeken of het aanbieden van concept cartoons ter ondersteuning van het genereren van hypothesen tot betere leerresultaten kan leiden. In dit onderzoek wordt de volgende onderzoeksvraag gesteld; *“Leidt ondersteuning door middel van concept cartoons, bij kinderen van groep 7 en groep 8 van de basisschool tot het stellen van meerdere hypothesen en betere taakresultaten dan kinderen uit groep 7 en groep 8 die geen ondersteuning krijgen?”*. Om hierop een antwoord te krijgen zal er gewerkt worden met twee groepen namelijk; de experimentele groep die ondersteuning voor het opstellen van hypothesen krijgt in de vorm van concept cartoons, en de controle groep die deze ondersteuning niet krijgt.

De eerste verwachting in dit onderzoek is dat leerlingen uit de controle groep slechts één hypothese zullen opstellen. Deze verwachting is gebaseerd op de studie van Gauw (2011) waarin naar voren kwam dat kinderen slechts één hypothese konden bedenken. Wanneer leerlingen niet over de juiste voorkennis beschikken of weinig voorkennis hebben, zijn zij beperkt in het opstellen van meerdere hypothesen. Zij blijven daarom hun oorspronkelijke hypothese houden, omdat zij geen alternatieve hypothese kunnen bedenken (De Jong & Van Joolingen, 1998). Dunbar (1988) noemt dit het *‘unable-to-think-of-an-alternative-hypothesis’* fenomeen, wat inhoudt dat leerlingen bij hun oorspronkelijke hypothese blijven steken, ondanks conflicterende resultaten uit het experiment.

De tweede verwachting is dat leerlingen uit de experimentele conditie meer dan één hypothese zullen opstellen. Dit is gebaseerd op het onderzoek van Naylor & Keogh (2012) waarin naar voren kwam dat concept cartoons leerlingen stimuleert om meerdere ideeën te vormen over een bepaald onderwerp. Ideeën die overeenstemmen met hun eigen conceptie of juist conflicterende ideeën en theorieën. Er wordt tevens verwacht dat concept cartoons kinderen helpt om hun opgestelde hypothesen toe te lichten omdat ze gestimuleerd worden om na te denken over wetenschappelijke situaties (Keogh en Naylor, 1999). De toelichting door de kinderen wordt gegeven na het opstellen van de hypothesen.

De derde verwachting is dat ondersteuning door middel van concept cartoons voldoende stimulatie geeft om alternatieve hypothesen op te stellen. In dit onderzoek zijn de opgestelde hypothesen in twee categorieën gedeeld. Hypothesen die uit de factoren vorm, gewicht, grootte en materiaal bestonden, werden in één categorie gezet. Voorbeelden hiervan zijn: *‘ijzer zinkt sneller dan plastic’* en/of *‘het gewicht bepaalt de zinksnelheid van een object’*. Hypothesen die uit andere factoren bestonden werden als alternatieve hypothesen gezien. Voorbeelden van alternatieve hypothesen zijn: *‘zwaartekracht zorgt ervoor dat iets sneller gaat zinken’* en/of *‘in ijzer zit geen lucht’*. Deze verwachting is gebaseerd op het feit dat concept cartoons kinderen uitnodigen om ‘anders’ te denken dan zij gewend zijn (Keogh, 1999). Hierdoor zijn zij beter in staat zijn om alternatieve ideeën te

bedenken en misconcepties te corrigeren (Letsoalo, 2011). Daarom wordt verwacht dat kinderen uit de experimentele groep meer alternatieve hypothesen gaan genereren dan kinderen uit de controle groep.

Aansluitend op de tweede verwachting zullen kinderen uit de experimentele conditie geprikkeld worden door de concept cartoons om niet alleen meerdere hypothesen op te stellen, maar ook correcte conclusies te gaan trekken. Deze vierde verwachting is gebaseerd op resultaten van het onderzoek van Keselman (2003) waaruit naar voren kwam dat ondersteuning bij het opstellen van hypothesen ertoe leidt dat kinderen correcte en concrete conclusies gaan trekken.

### 3. Methode

#### 3.1. Proefpersonen

Het onderzoek is uitgevoerd op twee basisscholen in Nederland. In totaal hebben 44 basisschoolkinderen uit drie verschillende klassen deelgenomen aan het onderzoek (zie Tabel 1 voor de demografische gegevens). Het onderzoek werd uitgevoerd bij groep 7 en 8. De kinderen waren uit elke klas aselect toegewezen aan de condities. In totaal zaten 21 kinderen in de experimentele conditie en 23 kinderen in de controle conditie.

Tabel 1

*Demografische gegevens van de proefpersonen.*

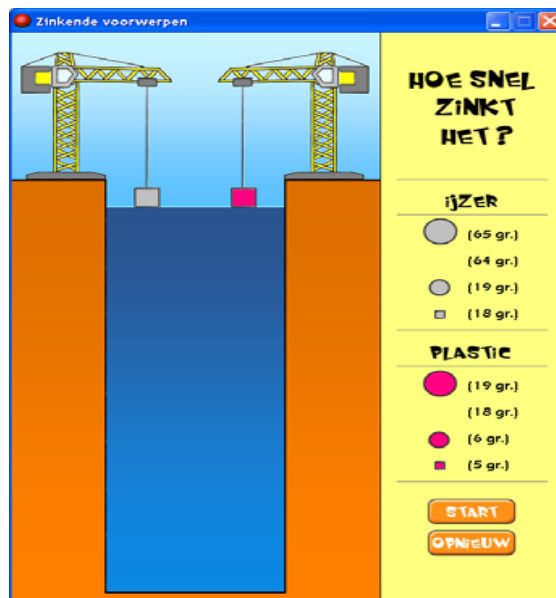
Groep	Aantal			Leeftijd	
	Jongens	Meisjes	Totaal	M	SD
Zeven	4	5	9	10.56	0.73
Acht	21	14	35	11.86	0.65
Totaal	25	19	44	11.59	0.84

#### 3.2. Materialen

##### 3.2.1 Simulatie

Bij het experimenteren werd gebruikt gemaakt van de ‘*sinking objects*’ simulatie (zie Figuur 1). Hiermee konden de deelnemers de zinksnelheid van een aantal objecten met elkaar vergelijken. De gepresenteerde objecten verschilden van elkaar wat betreft de vorm (rond of vierkant) de grootte (klein of groot) het gewicht (zwaar of licht) en het materiaal (ijzer of plastic). Aan de deelnemers werd

gevraagd om te voorspellen welk object van het paar sneller in water zou zinken en drie verklaringen te geven voor hun voorspelling. Elk deelnemer voerde zes voorgeschreven experimenten uit. De deelnemers voerden de gevraagde experimenten uit en zij schreven de resultaten op een voorspellingsformulier voor het experiment.



Figuur 1. Sinking objects, de gebruikte simulatie tijdens het experimenteren

### 3.2.2. Voorspellingsformulier voor de controle groep

De deelnemers uit de controle conditie kregen een voorspellingsformulier om hun hypothesen over zinkende objecten op te schrijven. Het voorspellingsformulier bestond uit zes open vragen waarbij de deelnemers hypothesen moesten opstellen over de zinksnelheid van het ene object ten opzichte van het andere object. Bij elke vraag kregen de deelnemers een plaatje van de simulatie te zien met beide voorwerpen die met elkaar vergeleken werden. Bij het eerste onderdeel van de vraag werd aan de deelnemers gevraagd welk object het snelste zou gaan zinken. Zij moesten opschrijven wat er gebeurde als zij beide objecten met elkaar gingen vergelijken. Hiermee werd gemeten in hoeverre de deelnemers ‘wisten’ wat er zou gebeuren bij het experiment. Ten tweede werden de deelnemers gevraagd om vijf mogelijke hypothesen op te schrijven over de vergelijking. Met deze vraag werd gemeten in hoeverre de deelnemers ‘begrepen’ wat er precies gebeurde. Tenslotte werd aan de deelnemers gevraagd welk hypothese zij het best vonden en waarom zij dat vonden. Met deze drie vragen kon de opgestelde hypothese gemeten worden. Op basis van het antwoord op het eerste onderdeel van de vraag konden de kinderen hypothesen bedenken. Bij het tweede onderdeel schreven de kinderen hun mogelijke ideeën over de vergelijking op. Bij de derde vraag werd gemeten in hoeverre leerlingen hun antwoorden konden motiveren en verklaren.

Bij elk experiment konden de deelnemers maximaal negen punten krijgen. Bij het eerste onderdeel kregen de deelnemers één punt voor een correct antwoord. Een correct antwoord is het noemen van het juiste object dat sneller gaat zinken. Bij het tweede onderdeel konden de deelnemers

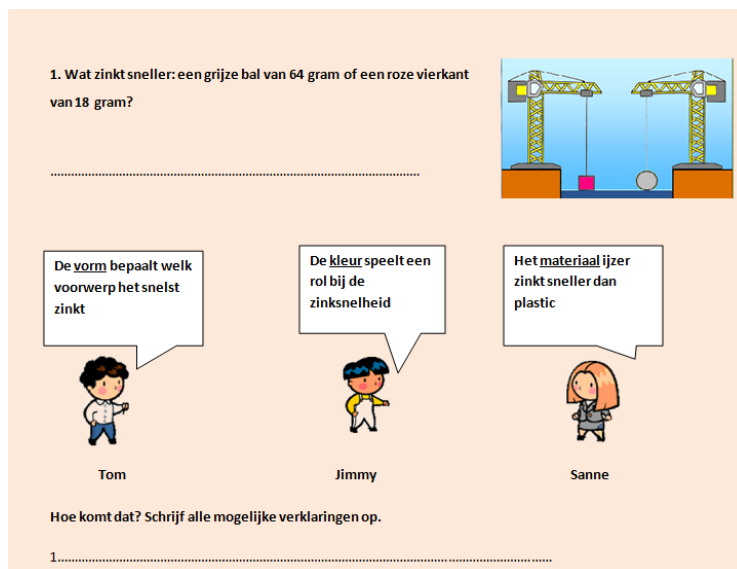
maximaal vijf punten krijgen. Voor elk opgestelde hypothese kregen de deelnemers één punt (op het formulier is er gekozen voor de term verklaring, omdat het mogelijk is dat de term hypothese niet bekend is bij de leerlingen). Bij de vergelijking waren er minimaal drie mogelijke hypothesen op te noemen. De uitkomst van de vergelijking kon uit de volgende factoren bestaan; het materiaal, het gewicht, de grootte of de vorm. Deze factoren konden ervoor zorgen dat een object eerder ging zinken dan de andere. Voorbeelden hiervan zijn: *ijzer zinkt sneller dan plastic* en/of *de vorm bepaalt de zinksnelheid van een object*. Bij één hypothese kregen leerlingen één punt, en bij twee hypothesen kregen de deelnemers twee punten. De opgestelde hypothesen die niet uit de bovengenoemde variabelen bestonden, werden gezien als alternatieve hypothesen. Voorbeelden van een alternatieve hypothese zijn: *zwaartekracht zorgt ervoor dat iets sneller gaat zinken* en/of *in ijzer zit geen lucht*. Bij het derde onderdeel van elk vraag werd aan de deelnemers gevraagd welke verklaring zij het beste vonden en waarom werd er hiervoor gekozen. Voor de toelichting kon er maximaal drie punt gegeven worden, omdat uit elke vergelijking drie mogelijke verklaringen te noemen zijn. In totaal konden de deelnemers maximaal 54 punten krijgen voor alle vergelijkingen. Om de mate van inter-beoordelaarsbetrouwbaarheid vast te stellen hebben twee beoordelaars de formulieren van alle leerlingen uit de controle conditie onafhankelijk van elkaar beoordeeld. De Cohen's kappa bedroeg .85

### 3.2.3. Voorspellingsformulier voor de experimentele groep

De experimentele groep kreeg ook een voorspellingsformulier. Dit formulier was gelijk aan dat van de controle conditie behalve dat bij elke vraag een concept cartoon was toegevoegd (zie Figuur 2). Op het voorspellingsformulier moesten de deelnemers dezelfde zes vragen beantwoorden als de deelnemers uit de controle conditie. Bij deze groep werd onder elke vergelijking drie stripfiguren getoond die elk hun eigen mening gaven over de vergelijking. De meningen van de stripfiguren bevatten de variabelen materiaal, gewicht, vorm en grootte. Om de deelnemers te stimuleren meerdere hypothesen op te stellen, werden per vergelijking slechts twee variabelen genoemd die correct waren. De derde verwachte variabele moest de deelnemer zelf bedenken en daarnaast kreeg de deelnemer de ruimte om alternatieve hypothesen te bedenken.

Bij elk vraag konden de deelnemers maximaal negen punten krijgen. Bij het eerste onderdeel kregen de deelnemers één punt voor een correct antwoord. Een correct antwoord is het noemen van het juiste object dat sneller gaat zinken. Bij het tweede onderdeel konden de deelnemers maximaal vijf punt krijgen. Voor elke opgestelde hypothese kregen de deelnemers één punt. Een hypothese bestond mogelijk uit een van de volgende variabelen: het materiaal (ijzer/plastic), het gewicht (zwaar/licht), de grootte (groot/klein) en de vorm (rond/vierkant). Bij elk vraag waren er drie mogelijke variabelen te noemen. De opgestelde hypothesen die niet uit de bovengenoemde variabelen bestonden, werden gecategoriseerd als alternatieve hypothesen. Bij het derde onderdeel van elk vraag werd aan de deelnemers gevraagd welke hypothese zij het beste vonden en waarom werd er hiervoor gekozen. Voor de toelichting kon er maximaal drie punt gegeven worden, omdat bij elke vergelijking minimaal

drie mogelijke verklaring te noemen zijn. Bij de experimentele conditie was dit onderdeel van de vraag extra belangrijk, omdat hiermee gecontroleerd werd of leerlingen niet de antwoorden zomaar van de stripfiguren hebben overgenomen. Om de invloed van concept cartoons nader te onderzoeken, wordt dit onderdeel meegenomen in de analyse van opgestelde hypothesen. In totaal konden de deelnemers maximaal 54 punten krijgen. Om de mate van inter- beoordelaarsbetrouwbaarheid vast te stellen is dezelfde procedure gehanteerd als bij de controle conditie; de Cohen's kappa over de items van het voorspellingsformulier voor de experimentele groep bedroeg .94.



*Figuur 2.* Concept cartoon op het voorspellingsformulier voor de experimentele groep.

### 3.2.4. Formulier bij het experiment

Bij het werken met de simulatie kregen alle deelnemers een formulier met zes experimenten die zij moesten uitvoeren. Op dit formulier moesten de deelnemers de resultaten en de conclusies opschrijven van de experimenten. De zes experimenten bestonden uit de zes vergelijkingen uit het voorspellingsformulier om daarmee te experimenteren met behulp van de simulatie. Bij dit formulier kregen de deelnemers de volgende drie vragen; (a) *Wat was je oorspronkelijke voorspelling bij deze vergelijking?* (b) *Wat zijn de resultaten?* (c) *Wat is jouw conclusie over de vergelijking?* Bij de eerste vraag konden de deelnemers de antwoorden overnemen van hun voorspellingsformulier. Deze vraag werd voorafgaand aan het experiment gesteld om de deelnemers te confronteren met hun aanvankelijke voorspelling. Bij de tweede vraag kregen de deelnemers de gelegenheid om de resultaten op te schrijven. Bij het opschrijven van het resultaat kregen de leerlingen één punt. De laatste vraag gaf de deelnemers de gelegenheid om conclusies te trekken over de resultaten. Bij elk vraag waren er drie mogelijke variabelen te noemen bij het trekken van de conclusies. Een voorbeeld van een conclusie is: *gewicht zorgt ervoor dat iets sneller zinkt of/en het materiaal van een object*

*zorgt ervoor dat iets sneller zinkt*'. Bij de scoring is er gebruik gemaakt van de variabelen uit de simulatie. De variabelen zijn gewicht, materiaal, vorm en grootte. Bij het noemen van één variabele kregen zij één punt; bij twee variabelen konden de deelnemers twee punten krijgen en bij het noemen van drie variabelen konden zij drie punten krijgen. Bij de beoordeling van de antwoorden is er gekozen om punten toe te kennen als de leerlingen de bovengenoemde variabelen in hun antwoord vermelden. Met deze gestelde vragen wordt aan de kinderen structuur aangeboden om correcte conclusies te kunnen trekken. Per experiment konden de leerlingen maximaal vier punten krijgen. In totaal konden de leerlingen maximaal 24 punten krijgen. Om de mate van inter-beoordelaarsbetrouwbaarheid vast te stellen hebben twee beoordelaars de formulieren van alle leerlingen gescoord. De Cohen's kappa was .89.

### 3.2.5 Voortoets

Door middel van een voortoets werd de voorkennis van de deelnemers over de snelheid van zinkende voorwerpen gemeten. De voortoets bestond uit zes multiple choice vragen, waarbij de leerlingen een keuze konden maken uit twee mogelijke antwoorden. De voortoets bevatte alle variabelen uit de simulatie. Voor de variabele materiaal werden meerdere objecten genoemd. Voor de variabele grootte bestonden er twee dimensies, namelijk klein en groot. Voor de variabele vorm bestonden er ook twee dimensies: rond en vierkant. Over elk variabele werden twee vragen gesteld. Bij de eerste en de tweede vraag is er voor gekozen om verschillende soorten materialen met elkaar te vergelijken. Hiermee werd de kennis over het gewicht van het materiaal getest. Bij de derde en de vierde vraag werd de kennis over het gewicht van het materiaal getest. Bij de vijfde en de zesde vraag werd de kennis over de vorm van de objecten getest. Voor elk juist antwoord kon de deelnemer één punt krijgen. De voortoets werd opgesteld aan de hand van zes vragen, waarbij de deelnemers het juiste antwoord moesten omcirkelen over welk object sneller zou gaan zinken. Om de mate van inter-beoordelaarsbetrouwbaarheid vast te stellen hebben twee beoordelaars de formulieren van alle deelnemende leerlingen apart beoordeeld. De Cohen's kappa over de items van de voortoets bedroeg .96.

#### 4. Procedure

Het onderzoek is afgenomen op twee basisschool bij de leerlingen van groep 7 en groep 8. De deelnemende kinderen kwamen uit drie verschillende klassen. Bij aanvang van het onderzoek gingen de deelnemende kinderen mee naar een apart lokaal om de test uit te voeren. Voor elk leerling was er van tevoren een computer gereserveerd en klaargezet waardoor alle leerlingen de experimenten tegelijkertijd konden uitvoeren. Aan alle leerlingen werden eerst de formulieren van de voorkennistoets uitgedeeld. De leerlingen kregen 10 minuten de tijd om deze vragen te beantwoorden; als ze klaar waren leverden ze de toets in bij de proefleider. De proefleider legde daarna uit wat het doel van het experiment was. De proefleider vertelde dat de leerlingen een aantal experimenten gingen uitvoeren waarbij ze iets gingen leren over de zinksnelheid van een aantal objecten. Omdat de leerlingen in het lokaal dichtbij elkaar zaten vertelde de proefleider dat er twee versies zijn van het voorspellingsformulier. Dit is gedaan om de verwarring (dat zij een verkeerd formulier hebben ontvangen) bij de leerlingen weg te nemen. Na de uitleg van de proefleider kregen de leerlingen hun voorspellingsformulier uitgedeeld. Voor dit onderdeel kregen de deelnemers 30 minuten de tijd om de vragen te beantwoorden. Als de leerlingen klaar waren met invullen van de vragen, konden zij de formulieren bij zich houden bij het experimenteren. Hierna werd door de proefleider uitgelegd hoe de simulatie werkte en welke vragen de leerlingen moesten beantwoorden. De proefleider deelde de experimentformulieren uit aan de hele groep. De leerlingen mochten beginnen met het experimenteren met behulp van de simulatie. Alle leerlingen kregen dezelfde vragen. Voor dit onderdeel kregen de leerlingen maximaal 30 minuten de tijd. Wanneer de leerlingen klaar waren met het experiment, mochten zij terug gaan naar het leslokaal.



## 5. Resultaten

### 5.1 Voortoets

In de analyse van de voortoets is er gekeken naar het verschil tussen de condities. Hiermee werd getoetst of alle leerlingen op hetzelfde niveau zitten qua voorkennis en dus geen verschillen zijn tussen de condities. Bij de analyse is er gebruik gemaakt van een Independent Samples T-Test. De gemiddelde scores van de deelnemers uit de controle groep op de voortoets ( $M = 4.09$ ,  $SD = 1.37$ ) bleek ongeveer hetzelfde te zijn als de gemiddelde scores van de deelnemers uit de experimentele conditie ( $M = 4.19$ ,  $SD = 0.98$ ). Het verschil tussen de condities bleek niet significant,  $t(42) = -.284$ ,  $p = .777$ . Dit betekent dat er geen verschil is tussen de condities wat betreft hun voorkennis over de zinksnelheid van objecten.

### 5.2 Hypothesen

De eerste verwachting van dit onderzoek was dat deelnemers uit het controle conditie slechts één hypothese zouden opstellen per experiment. Om deze verwachting te toetsen, is het gemiddelde aantal hypothesen per experiment geanalyseerd (zie Tabel 2). Bij de analyse is gebruik gemaakt van een One Sample T-Test. Hieruit bleek dat het gemiddeld aantal hypothesen dat de leerlingen uit de controle conditie hadden opgesteld, niet significant verschilde van de kritische waarde van 1,  $t(22) = .766$ ,  $p = .452$ . Dit resultaat bevestigt de eerste verwachting dat leerlingen uit de controle conditie niet in staat zijn om meer dan één hypothese te bedenken.

Tabel 2

*Gemiddeld aantal hypothesen per conditie.*

Conditie	Gemiddeld aantal hypothesen	SD	95% betrouwbaarheids-Interval	
			Bovengrens	Ondergrens
Controle ( $n = 23$ )	1.07	0.45	-0.12	0.27
Experimenteel ( $n = 21$ )	1.33	0.42	0.15	0.53

Uit Tabel 2 blijkt verder dat de deelnemers uit de experimentele conditie gemiddeld meer dan één hypothese opstelden. Om te testen of dit aantal significant hoger was dan 1, is wederom gebruikt gemaakt van een One Sample T-test. Het resultaat van deze test was significant,  $t(20) = 3.69$ ,  $p < .001$ . Dat betekent dat de tweede verwachting van dit onderzoek werd bevestigd: deelnemers uit de experimentele conditie bedachten inderdaad meer dan één hypothese per experiment. Daarnaast werd het verschil tussen de conditie ook geanalyseerd. Een Independent Samples T-Test toonde aan dat er significant verschil bestond tussen de beide condities,  $t(42) = 4.84$ ,  $p = .04$ . Om de invloed van concept cartoons verder te kunnen onderzoeken, is er gekeken naar de opgegeven verklaringen voor de

bedachte hypothesen. Tabel 3 geeft de resultaten van de gegeven verklaring per experiment. Daarnaast werd een analyse uitgevoerd om het verschil tussen de conditie nader te bekijken. Dit werd gedaan met een tweezijdig toets. Uit een Independent Samples T-Test kwam naar voren dat er een significant verschil bestond tussen de beide condities wat betreft het geven van verklaringen,  $t(40.8) = 3.28$ ,  $p = .002$ . Hieruit blijkt dat deelnemers uit de experimentele conditie beter in staat waren om hun hypothesen toe te lichten.

Tabel 3.

*Gemiddeld aantal verklaringen per experiment.*

Conditie	Gemiddeld aantal verklaringen per experiment	SD	95% betrouwbaarheids-Interval	
			Bovengrens	Ondergrens
Controle ( $n= 23$ )	0.52	0.43	0.33	0.71
Experimenteel ( $n= 21$ )	0.90	0.34	0.75	1.06

De derde verwachting van dit onderzoek was dat deelnemers uit de experimentele conditie gestimuleerd zouden worden door concept cartoons om meer alternatieve hypothesen op te stellen in vergelijking met de controlegroep. Tabel 4 geeft de resultaten van de alternatieve hypothesen weer.

Tabel 4

*Gemiddeld aantal alternatieve hypothesen per conditie, per experiment.*

Conditie	Gemiddeld aantal alternatieve hypothesen per experiment	SD	95% betrouwbaarheids-Interval	
			Ondergrens	Bovengrens
Controle ( $n= 23$ )	0.58	0.81	0.02	0.09
Experimenteel ( $n= 21$ )	0.87	0.16	0.01	0.16

Een One Sample T- Test toonde aan dat de deelnemers uit de experimentele conditie in staat zijn om een alternatieve hypothese op te stellen,  $t(20) = 2.44$ ,  $p = .024$ . Hiermee kan er gezegd worden dat de verwachting dat leerlingen uit experimentele conditie alternatieve hypothesen kunnen opstellen, is bevestigd. Echter, uit de bovenstaande tabel blijkt dat het verschil tussen beide conditie niet groot is wat betreft het aantal alternatieve hypothesen met  $t(22) 3.42$ ,  $p = .002$ . Met een tweezijdig toets werd een analyse uitgevoerd om het verschil tussen de conditie te toetsen. Hierbij is er gebruik gemaakt van

een Independent Samples T-Test. Deze test toonde aan dat er geen significant verschil bestond tussen de beide condities wat betreft het opstellen van alternatieve hypothesen,  $t(42) = -.764$ ;  $p = .45$ . Hieruit blijkt dat het aantal alternatieve hypothesen in de experimentele conditie niet significant hoger was dan in de controle conditie.

De laatste verwachting in dit onderzoek was dat deelnemers uit de experimentele conditie correcte conclusies zouden trekken in vergelijking met de deelnemers uit de controle conditie. Er is eerst gekeken naar het verschil tussen de condities wat betreft de resultaten van uitkomsten van elk experiment. Gemiddeld liggen de scores van beide conditie dicht bij elkaar met ( $M = 5.48$ ,  $SD = 1.31$ ) voor de controle conditie en ( $M = 5.71$ ,  $SD = 0.46$ ). Daarna is er gekeken in hoeverre de deelnemers de variabelen (gewicht, vorm, grootte en materiaal) genoemd hebben in hun antwoorden. In de analyse van de gemiddelde score van de getrokken conclusies (zie Tabel 4) blijkt het verschil tussen de conditie niet significant,  $t(42) = 2.91$ ,  $p = .09$ . De deelnemers uit beide condities hebben evenveel correcte conclusies getrokken over de vergelijking. Hiermee is de hypothese verworpen. Het effect van de ondersteuning is niet zichtbaar bij het trekken van correcte conclusies.

Tabel 5

*Gemiddeld aantal conclusies per conditie.*

Conditie	Gemiddeld aantal conclusies per experiment	SD	95% betrouwbaarheids-Interval	
			Bovengrens	Ondergrens
Controle ( $n = 23$ )	0.60	0.56	-2.59	1.13
Experimenteel ( $n = 21$ )	0.73	0.45	-2.57	1.12

## 6. Conclusie en discussie

Het doel van dit onderzoek was om te bepalen of concept cartoons voldoende stimulatie biedt aan leerlingen van groep 7 en 8 om meerdere hypothesen te stellen en correcte conclusies te trekken. Voor het beantwoorden van deze vraag waren er vier hypothesen gesteld. De eerste hypothese voorspelde dat leerlingen uit het controle conditie slechts één hypothese zouden opstellen bij elk van de zes experimenten. De tweede hypothese was dat leerlingen met behulp van concept cartoons in staat zouden zijn om meer dan één hypothese op te stellen en hun opgestelde hypothesen toe te lichten. De derde hypothese in dit onderzoek was dat concept cartoons voldoende stimulatie geven om alternatieve hypothesen op te stellen. De vierde verwachting van dit onderzoek was dat kinderen uit de experimentele conditie correcte conclusies zouden trekken omdat ze ondersteuning kregen door middel van concept cartoons. In deze paragraaf zullen de belangrijkste bevindingen worden samengevat en besproken. Hieruit worden conclusies getrokken om een antwoord te kunnen geven op de vraagstelling van dit onderzoek.

Bij aanvang van het experiment is er een voorkennistest afgenomen bij alle leerlingen. Met deze test werd gemeten of de leerlingen op hetzelfde niveau zitten qua voorkennis over zinksnelheid van objecten. Uit de analyses bleek dat alle leerlingen ongeveer op hetzelfde niveau zitten. In totaal werden er zes vragen gesteld waarvan er gemiddeld vier correct werden beantwoord. De testvragen gingen over het verschil tussen gewichten, vormen en materialen. Een mogelijke verklaring voor de resultaten is dat leerlingen voldoende algemene voorkennis hebben van dit domein (zinksnelheid). Dit houdt in dat leerlingen bepaalde theorieën en ideeën hebben over dit onderwerp. In de literatuur wordt gesproken over ‘*prior beliefs*’ (Klahr & Li, 2005): ideeën en opvattingen die kinderen hebben gevormd voordat ze daar daadwerkelijk mee gaan experimenteren. Een andere mogelijke verklaring is dat leerlingen de vragen van test makkelijk vonden, waardoor gemiddeld alle leerlingen hoge scores hadden.

Voorkennis lijkt invloed te hebben op de resultaten van kinderen. De eerste hypothese in dit onderzoek was dat leerlingen uit de controle conditie slechts één hypothese bedenken wanneer dat van hen gevraagd wordt. Deze verwachting is gebaseerd op eerdere onderzoek van Gauw (2011) waarin naar voren kwam drie kwart van de deelnemende kinderen slechts één hypothese kon opstellen (zoals geciteerd in Lazonder et al., 2011). Daarnaast blijkt uit het onderzoek van De Jong (2006) dat kinderen problemen ervaren bij het bedenken van hypothesen, waardoor ze in sommige gevallen falen om één hypothese op te stellen. Bij de analyse van de eerste verwachting is er gekeken naar het gemiddeld aantal gegeven hypothesen die leerlingen hebben opgeschreven op het voorspellingsformulier. In totaal waren er zes experimenten. Uit de resultaten blijkt dat leerlingen per experiment niet in staat zijn om meer dan één hypothese te bedenken. In eerdere onderzoeken werd aangegeven dat voorkennis invloed heeft op het bedenken van hypothesen (Lazonder et al., 2011). Dit zou een mogelijke verklaring zijn voor het resultaten van dit onderzoek. Het ontbreken van specifieke domeinkennis kan

het genereren van hypothesen belemmeren (De Jong, 2006; Klahr & Li, 2005). Kortom, de effectiviteit van onderzoekend leren is laag wanneer kinderen beperkt kennis hebben van een domein.

Om het genereren van hypothesen effectiever te maken, werd er ondersteuning aangeboden door middel van concept cartoons. De verwachting was dat kinderen uit de experimentele conditie meer dan één hypothese zullen opstellen en dit bleek inderdaad het geval te zijn. Dit sluit aan bij de resultaten van het onderzoek van Naylor & Keogh (2012) waaruit naar voren kwam dat concept cartoons een positief effect hebben op het genereren van hypothesen. De motiverende aanpak van concept cartoons moedigen kinderen aan om meer dan één hypothese op te stellen. Een andere mogelijke verklaring voor het bedenken van meer dan één hypothese is de aard van de vragen op het voorspellingsformulier voor de experimentele conditie. Op het voorspellingsformulier waren er stripfiguren afgebeeld met daarbij de vooraf gegeven hypothesen. Het is mogelijk dat de leerlingen hierdoor nagedacht hebben over de mogelijke hypothesen en daarom konden ze meer dan één hypothese per experiment bedenken. Bij de tweede hypothese werd ook gecontroleerd of concept cartoons kinderen helpt hun bedachte hypothesen toe te lichten en te verklaren. Uit de resultaten blijkt dat kinderen in de experimentele conditie enigszins hogere scores hadden dan de kinderen in de controle conditie. Hiermee kan er geconcludeerd worden dat kinderen hun opgestelde hypothesen konden motiveren en toe lichten.

In dit onderzoek werd ook getoetst of concept cartoons het genereren van alternatieve hypothesen positief kunnen beïnvloeden. Deze verwachting werd verworpen. De kinderen uit de experimentele conditie waren in staat om alternatieve hypothesen op te stellen, echter de kinderen uit de controle conditie hadden ongeveer dezelfde scores als de kinderen uit de experimentele conditie, het verschil was niet significant. Daarnaast blijkt uit de resultaten dat er weinig alternatieve hypothesen opgesteld te zijn. Het verschil tussen de controle en de experimentele conditie was niet significant. Het gemiddelde aantal alternatieve hypothesen per experiment is laag in beide condities. Het bedenken van alternatieve hypothesen blijkt toch vrij lastig te zijn voor alle leerlingen. Dit sluit aan bij de resultaten uit het onderzoek van De Jong (2006) waarin naar voren kwam dat kinderen het vaak moeilijk vinden om alternatieve hypothesen op te stellen. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat kinderen hun bestaande opvattingen en ideeën vast blijven houden, ook wanneer zij geconfronteerd worden met andere, conflicterende ideeën.

Ondersteuning door middel van concept cartoons lijkt een positief effect te hebben op het genereren van hypothesen, maar bij het genereren van alternatieve hypothesen kon niet worden aangetoond dat concept cartoons voor extra stimulatie zorgen. In dit onderzoek is ook gekeken naar het effect van concept cartoons op het trekken van conclusies. De verwachting was dat concept cartoons kinderen helpen om correcte en valide conclusies te trekken. Uit de resultaten blijkt dat de leerlingen uit beide condities even goed waren om geldige conclusies te trekken. Wederom blijkt het effect van concept cartoons op dit onderdeel niet krachtig te zijn. Een aannemelijke verklaring is dat

alle leerlingen bij dit onderdeel geen ondersteuning kregen. In de literatuur wordt aangegeven dat onderzoekend leren effectief is als ondersteuning wordt aangeboden (Lazonder et al., 2011).

Uit de bovenstaande resultaten kan geconcludeerd worden dat concept cartoons een positief effect hebben op het hypothese generatie van basisschool kinderen van groep 7 en 8. Concept cartoons geven voldoende stimulatie om meer dan één hypothese te bedenken. Op het bedenken van alternatieve hypothesen en het trekken van correcte conclusies hadden de concept cartoons geen effect. Het is mogelijk dat kinderen intensiever ondersteuning nodig hebben om betere resultaten te laten zien. Een suggestie voor vervolgonderzoek is daarom te onderzoeken of het bieden van concept cartoons bij elk proces van het onderzoekend leren tot betere resultaten en betere vaardigheden op het gebied van onderzoekend leren kan leiden. Daarnaast is het ook interessant om te onderzoeken of het samenwerken in groepjes tot betere resultaten kan leiden. Het idee achter concept cartoons is dat kinderen gestimuleerd worden om anders na te denken over bepaalde onderwerpen. Het werken in groepjes kan leiden tot gesprekken tussen de kinderen (Gijlers & De Jong, 2006). Dit kan het genereren van hypothesen en het trekken van conclusies positief beïnvloeden. Vooral omdat kinderen de gelegenheid krijgen om hun ideeën hardop te bespreken.

Dit onderzoek is op een aantal punten relevant voor leerkrachten. Voor leerkrachten is het belangrijk om rekening te houden met het feit dat kinderen van groep 7 en 8 het moeilijk vinden om spontaan hypothesen te bedenken. Zonder ondersteuning blijft dit lastig voor kinderen. Dit onderzoek toont aan dat kinderen gemiddeld niet meer dan één hypothese kunnen opstellen. Het feit dat kinderen rond de leeftijd van 10 tot 12 jaar deze vaardigheid nog niet beheersen geeft de leerkrachten inzicht in hoe zij daarmee moeten omgaan. Daarnaast is het mogelijk dat de aard van het domein lastig blijkt te zijn voor de kinderen. Het is daarom van belang dat leerkrachten stimulerende methoden gebruiken om kinderen te helpen hypothesen te bedenken. Dit onderzoek toont aan dat concept cartoons kinderen stimuleren om meer dan één hypothese te bedenken.

## 7. References

- Chen, Z., & Klahr, D. (1999). All other things being equal: Children's acquisition of the control of variables strategy. *Child Development, 70*, 1098-1120.
- Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2002). Children's responses to anomalous scientific data: How is conceptual change impeded? *Journal of Educational Psychology, 94* (2), 327-343.
- De Jong, T. (2006). Computer simulations: Technological advances in inquiry learning. *Science, 312*, 532-533.
- De Jong, T., & Van Joolingen, W. R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research, 68* (2), 179-201.
- Dunbar, K. (1993). Concept discovery in a scientific domain. *Cognitive Science, 17*, 397-434.
- Ekici F., Ekici E. & Aydin F. (2007) Utility of Concept Cartoons in diagnosing and overcoming misconceptions related to photosynthesis. *International Journal of Environmental & Science Education* ( 2), 4,111-124.
- Gijlers, H., & De Jong, T. (2009). Sharing and confronting propositions in collaborative inquiry learning. *Cognition and Instruction, 27*, 239-268.
- Kabapinar, F. (2005). The Effectiveness of Teaching via Concept Cartoons from the Point of View of Constructivist Approach. *Educational Sciences: Theory & Practice, 5*(1), 135-146.
- Keogh, B. & Naylor, S. (1998). Teaching and learning in science using concept cartoons. *Primary Science Review, no. 51*, 14-16.
- Keogh, B. & Naylor, S. (1999). Concept cartoons, teaching and learning in science: an evaluation. *International Journal of Science Education, 21:4*, 431-446.
- Klahr, D., & Li, J. (2005). Cognitive research and elementary science instruction: From the laboratory, to the classroom, and back. *Journal of Science Education, 14*, 217-238.
- Klahr, D., & Nigam, M. (2004). The equivalence of learning paths in early science instruction: Effects of direct instruction and discovery learning. *Psychological Science, 15*, 661-667.

- Koerber, S., Sodian, B., Thoermer, C., & Nett, U. (2005). Scientific reasoning in young children: Preschoolers' ability to evaluate covariation evidence. *Swiss Journal Of Psychology/Schweizerische Zeitschrift Für Psychologie/Revue Suisse De Psychologie*, 64(3), 141-152.
- Kruit, P., Berg, E., van den, Wu, F. (2012). Getting children to design experiments through concept cartoons. *Hogeschool van Amsterdam & Universiteit utrecht*.
- Kuhlthau, C., Maniotes, L. & Caspari, A., (2007). *Guided inquiry: learning in the 21<sup>st</sup> century*. Westport, CT: Libraries Unlimited.
- Kuhn, D. (in press). What is scientific thinking and how does it develop? In U. Goswami (Ed.), *Handbook of childhood cognitive development*. Oxford, England: Blackwell.
- Kuhn, D., Black, J., Keselman, A., & Kaplan, D. (2000). The development of cognitive skills to support inquiry learning. *Cognition and Instruction*, 18(4), 495-523
- Kuhn, D., & Dean, D. (2005). Is developing scientific thinking all about learning to control variables? *Psychological Science*, 16, (11), 866-870.
- Kuhn, D., Garcia-Mila, M., Zohar, A., & Andersen, C. (1995). Strategies of knowledge acquisition. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 60, 1–128.
- Lazonder, A. (in press). Inquiry learning. In M. Spector, M.D. Merrill, J. Elen & M.J. Bishop (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology*. Berlin: Springer.
- Lazonder, A., Mulder, Y., & Wilhelm, P. (2011). Onderzoek in het primair onderwijs. Eindrapport Universiteit Twente.
- Lazonder, A., Hagemans, M., De Jong, T. (2009) Offering and discovering domain information in simulation-based inquiry learning, *Learning and Instruction*.
- Letsoalo, R.S. (2011) *The use of concept cartoons and prompt sheets in supporting learners in the planning of scientific investigations*. Magister dissertation, University of Johannesburg.
- Masnack, A. J., Morris, B.J. (2008). Investigating the development of data evaluation: the role of data characteristics. *Child Development*, 79(4), 1032-1048.



Naylor, S. & Keogh, B. (2012). Concept cartoons, what have we learnt. *Fibonacci Conference, Leicester*, 26-27.

Njoo, M., & De Jong, T. (1991). Learning processes of students working with a computer simulation in mechanical engineering. In M. Cartero, M. Pope, R. Simons & J. I. Pozo (Eds.), *Learning and instruction: European research in an international context: Volume III* (pp. 483–499). Oxford, UK: Pergamon Press.

Piekny, J., Grube, D., & Maehler, C. (2013). The relation between preschool children's false-belief understanding and domain-general experimentation skills. *Metacognition and Learning*, 1-17.

Penner, D. & Klahr, D. (1996). The interaction of domain-specific knowledge and domain-general discovery strategies: A study with sinking objects. *Child Development* (67), 2709-2727.

Quintana, C., Reiser, B. J., Davis, E. A., Krajcik, J., Fretz, E., Duncan, R. G., et al. (2004). A scaffolding design framework for software to support science inquiry. *Journal of the Learning Sciences*, 13, 337-386.

Reid D. J., Zhang, J., & Chen, Q. (2003). Supporting scientific discovery learning in a simulation environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19(1), 9-20.

Şengul, S. (2011). Effects of Concept Cartoons on Mathematics Self-Efficacy of 7th Grade Students. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 11, 2291-2313.

Sodian, B., Zaitchik, D., & Carey, S. (1991). Young children's differentiation of hypothetical beliefs from evidence. *Child Development*, 62, 753–766.

Veenman, M.V.J., Prins, F.J. & Elshout, J.J. (2002). Initial inductive learning in a complex computer simulated environment: the role of metacognitive skills and intellectual ability. *Computers in Human Behaviour*, 18, 327-341.

Veermanders, K., Joolingen, W. R., Van, & De Jong, T. (2000). Promoting self-directed learning in simulation-based discovery learning environments through intelligent support. *Interactive Learning Environments*, 8, 229-255.

Velhorst, G., Oosterheert, I., Brouwer, N. (2011). Onderzoekend leren: de nieuwsgierigheid voorbij. *Velon*, 3.

Zimmerman, C. (2000). The development of scientific reasoning skills. *Developmental Review*, 20, 99-149.

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

## Bijlagen

### Bijlage 1. Voortoets

Naam.....

Leeftijd.....

Groep.....

Jongen/ Meisje.....

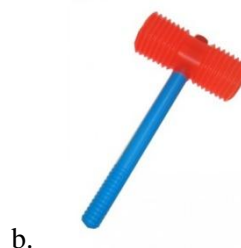
### De opdracht

Je krijgt straks een aantal over jouw reisje met je vriend/vriendin naar de zee. Probeer de vragen zelfstandig te beantwoorden. Het is de bedoeling dat je goed nadenkt over de vragen. Je kunt het juiste antwoord omcirkelen.

1. Stel je voor, je zit in een boot en je hebt een aantal voorwerpen meegenomen om te kijken welke het snelste in het water zal zinken. Je gaat de eerste keer 2 voorwerpen in het water gooien. Welk van deze voorwerpen zal het snelste in het water gaan zinken?



2. Je maakt weer een selectie maken van 2 voorwerpen. Welke van de onderstaande voorwerpen zal nu het snelste gaan zinken?



3. Je vriend(in) heeft ook een aantal dingen meegenomen. Zij/hij gaat haar/zijn voorwerpen in het water gooien. Wat denk je, welk voorwerp zal het snelste gaan zinken?



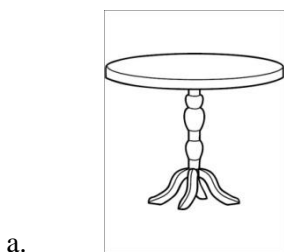
4. Zij/hij gaat opnieuw 2 voorwerpen in het water gooien. Welke van de volgende voorwerpen zal het eerste gaan zinken?



5. Je ontdekt dat je nog meer voorwerpen hebt meegenomen. Je gaat ze allemaal tegelijk in het water gooien. Welk van de onderstaande voorwerpen zal het snelste gaan zinken?



6. In de boot zijn er ook nog voorwerpen die je graag in het water wil gooien. Welk van de onderstaande voorwerpen zal het snelste gaan zinken?



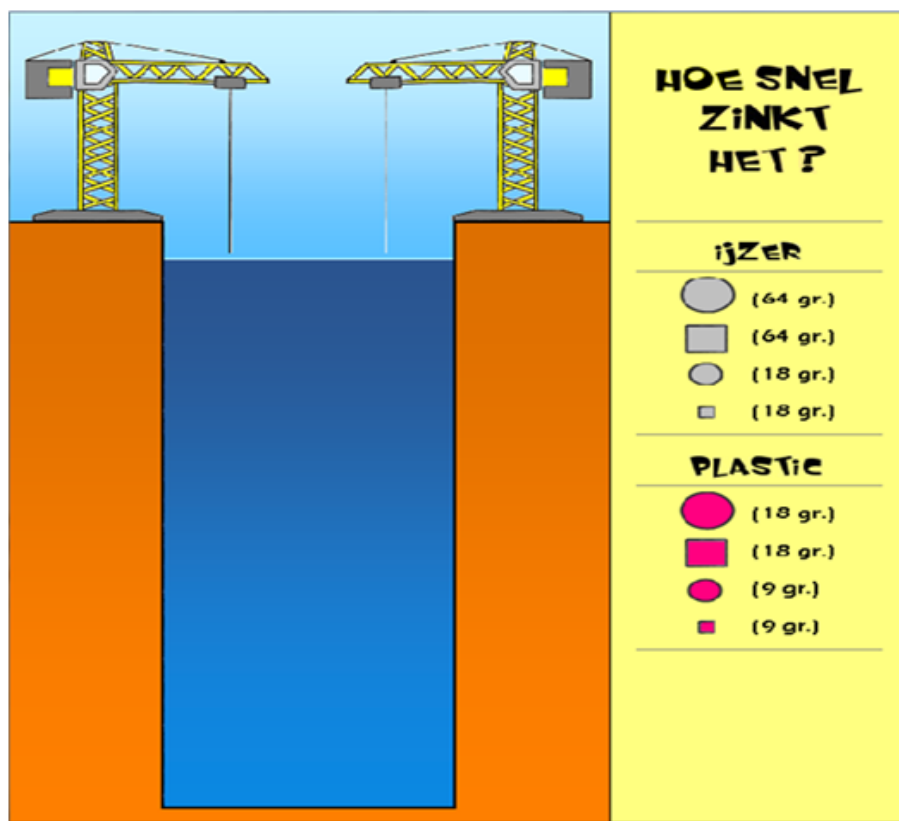
## Bijlage 2. Voorspellingsformulier groep 1

Naam.....

Leeftijd.....

Groep.....

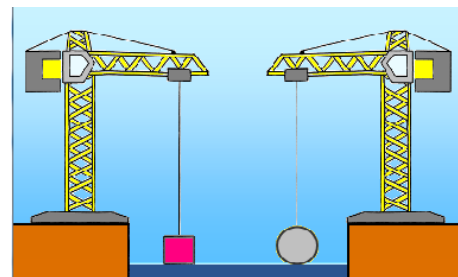
Jongen/ Meisje.....



Je gaat straks twee voorwerpen laten zinken. Probeer aan de hand van het plaatje te bedenken welk voorwerp het snelst zinkt. En waarom dat zo is. Je moet dus zo veel mogelijk verklaringen noemen.

1. Wat zinkt sneller: een grijze bal van 64 gram of een roze vierkant van 18 gram?

.....



Hoe komt dat? Schrijf alle mogelijke verklaringen op.

1.....

2.....

3.....

4.....

5.....

Welk verklaring vind jij het best? En waarom?

.....

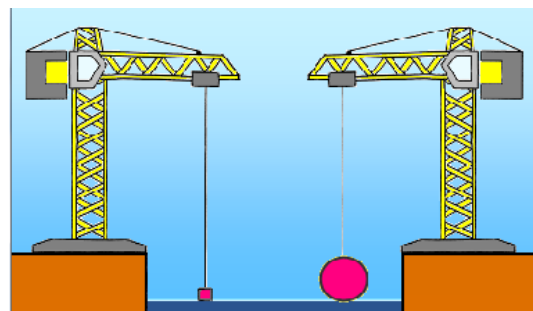
.....

.....

.....

2. Wat zinkt sneller: een roze bal van 18 gram of een roze vierkant van 9 gram?

.....



Hoe komt dat? Schrijf alle mogelijke verklaringen op.

1.....

2.....

3.....

4.....

5.....

Welk verklaring vind jij het best? En waarom?

.....

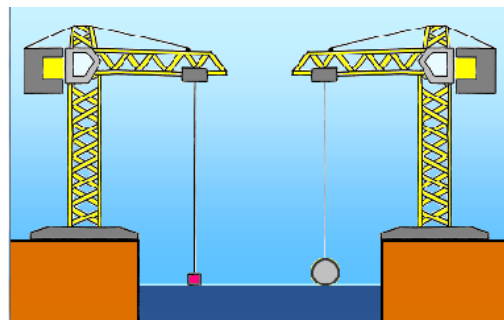
.....

.....

.....

3. Wat zinkt sneller: een grijze bal van 18 gram  
of een roze vierkant van 9 gram?

.....



Hoe komt dat? Schrijf alle mogelijke verklaringen op.

1.....

2.....

3.....

4.....

5.....

Welk verklaring vind jij het best? En waarom?

.....

.....

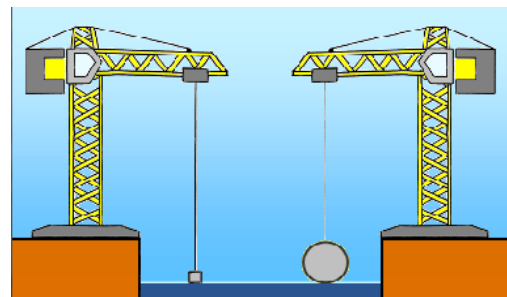
.....

.....



4. Wat zinkt sneller: een grijze bal van 64 gram  
of een grijs vierkant van 18 gram?

.....



Hoe komt dat? Schrijf alle mogelijke verklaringen op.

1.....

2.....

3.....

4.....

5.....

Welk verklaring vind jij het best? En waarom?

.....

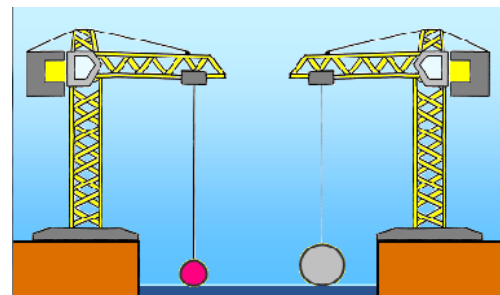
.....

.....

.....

5. Wat zinkt het snelst: een roze bal van 18 gram of een grijze bal van 64 gram?

.....



Hoe komt dat? Schrijf alle mogelijke verklaringen op.

1.....

2.....

3.....

4.....

5.....

Welk verklaring vind jij het best? En waarom?

.....

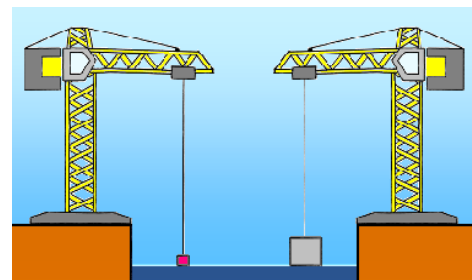
.....

.....

.....

6. Wat zinkt sneller: een grijs vierkant van 64 gram  
of een roze vierkant van 9 gram?

.....



Hoe komt dat? Schrijf alle mogelijke verklaringen op.

1.....

2.....

3.....

4.....

5.....

Welk verklaring vind jij het best? En waarom?

.....

.....

.....

.....

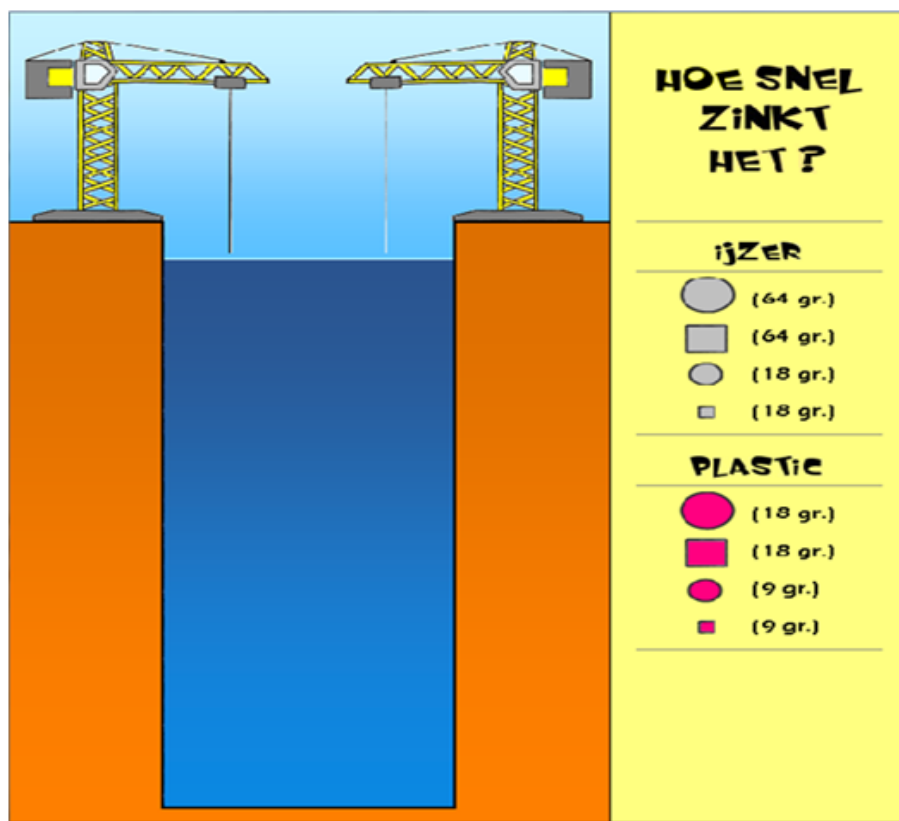
### Bijlage 3. Voorspellingsformulier groep 2

Naam.....

Leeftijd.....

Groep.....

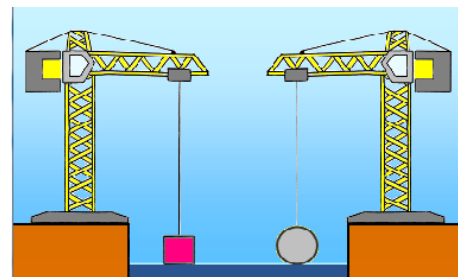
Jongen/ Meisje.....



Je gaat straks twee voorwerpen laten zinken. Probeer aan de hand van het plaatje te bedenken welk voorwerp het snelst zinkt. En waarom dat zo is. Je moet dus zo veel mogelijk verklaringen noemen.

1. Wat zinkt sneller: een grijze bal van 64 gram of een roze vierkant van 18 gram?

.....



De vorm bepaalt welk voorwerp het snelst zinkt



Tom

De kleur speelt een rol bij de zinksnelheid



Jimmy

Het materiaal ijzer zinkt sneller dan plastic



Sanne

Hoe komt dat? Schrijf alle mogelijke verklaringen op.

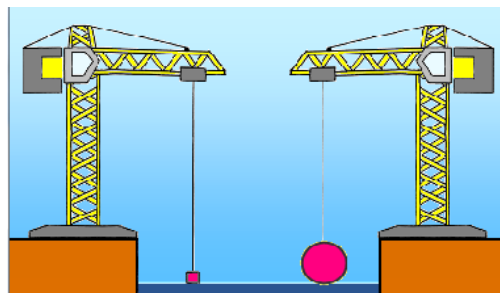
- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....

Welk verklaring vind jij het best? En waarom?

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

2. Wat zinkt sneller: een roze bal van 18 gram  
of een roze vierkant van 9 gram?

.....



De grote bal zal sneller zinken dan het kleine vierkant



Saskia

Ze zullen volgens mij even snel zinken, omdat zij dezelfde kleur hebben!



Emma

Juist de grote bal zal sneller zinken omdat het zwaarder is



Sanne

Hoe komt dat? Schrijf alle mogelijke verklaringen op.

1.....

2.....

3.....

4.....

5.....

Welk verklaring vind jij het best? En waarom?

.....

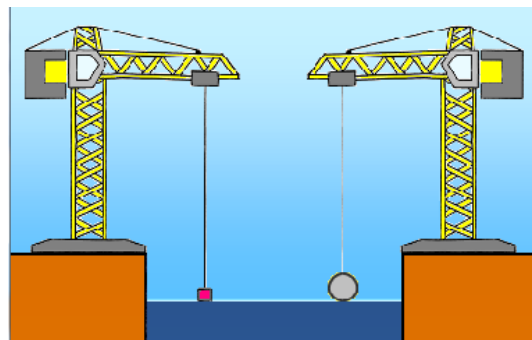
.....

.....

.....

3. Wat zinkt sneller: een grijze bal van 18 gram of een roze vierkant van 9 gram?

.....



Volgens mij gaan zij even snel zinken want ze zijn even groot.



Tom

Ik denk juist dat de grijze bal sneller gaat zinken, want die is zwaarder.



Grace

Ik ben het met Grace eens. IJzer zinkt sneller dan plastic.



Jimmy

Hoe komt dat? Schrijf alle mogelijke verklaringen op.

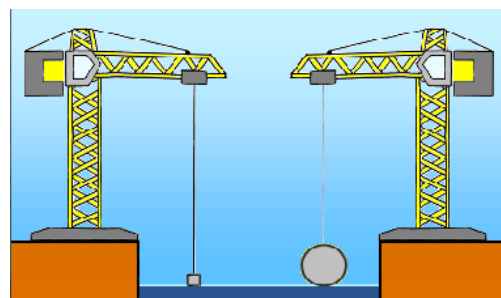
- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....

Welk verklaring vind jij het best? En waarom?

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

4. Wat zinkt sneller: een grijze bal van 64 gram of een grijs vierkant van 18 gram?

.....



Ik denk dat de grijze bal sneller zal zinken, want het is zwaarder.



Tom

Ik ben het niet met jullie eens! Ze zijn allebei van ijzer gemaakt, dus ze zullen allebei even snel gaan zinken



Saskia

De grijze bal zal zeker sneller zinken! Het is veel groter dan het grijze vierkant.



Sanne

Hoe komt dat? Schrijf alle mogelijke verklaringen op.

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....

Welk verklaring vind jij het best? En waarom?

.....

.....

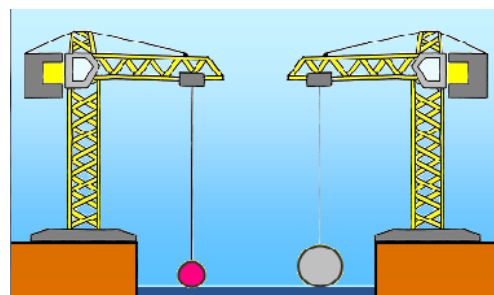
.....

.....



5. Wat zinkt het snelst? Een roze bal van 18 gram of een grijze bal van 64 gram?

.....



Het is logisch dat zij even snel zullen zinken want ze zijn even groot.



Grace

De grijze bal zal sneller zinken, want die is van ijzer gemaakt.



Jimmy

De grijze bal is zwaarder dan de roze bal.



Emma

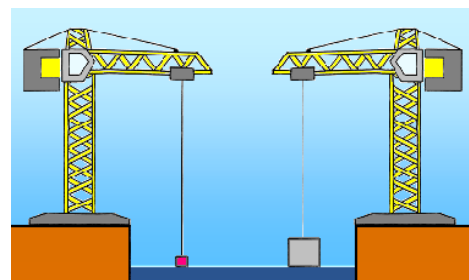
Hoe komt dat? Schrijf alle mogelijke verklaringen op.

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....

Welk verklaring vind jij het best? En waarom?

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

6. Wat zinkt sneller: een grijs vierkant van 64 gram of een roze vierkant van 9 gram?



.....

Het roze vierkant is zwaarder, het zal sneller zinken.



Tom

Het grijze vierkant is groter dan het kleine vierkant, het zal daarom sneller zinken.



Sanne

Ijzer is zwaarder dan plastic, daarom zal het grijze vierkant sneller gaan zinken



Jimmy

Hoe komt dat? Schrijf alle mogelijke verklaringen op.

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....

Welk verklaring vind jij het best? En waarom?

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

**Bijlage 4. Formulier bij het experiment**

Naam.....  
Leeftijd.....  
Groep.....  
Jongen/ Meisje.....

**Je gaat nu elk experiment zelf uitvoeren op de computer. Probeer de onderstaande vragen zo volledig mogelijk te beantwoorden.**

Experiment 1.

Je gaat een grijze bal van 64 gram vergelijken met een roze vierkant van 18 gram

1. Wat was je oorspronkelijke voorspelling bij deze vergelijking?

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

2. Wat zijn de resultaten?

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

3. Wat is jouw conclusie over de vergelijking?

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

Experiment 2.

Je gaat een roze bal van 18 gram vergelijken met een roze vierkant van 9 gram

1. Wat was je oorspronkelijke voorspelling bij deze vergelijking?

.....

.....

.....

.....

2. Wat zijn de resultaten?

.....

.....

.....

.....

3. Wat is jouw conclusie over de vergelijking?

.....

.....

.....

.....

Experiment 3.

Je gaat een grijze bal van 18 gram vergelijken met een roze vierkant van 9 gram

1. Wat was je oorspronkelijke voorspelling bij deze vergelijking?

.....

.....

.....

.....

2. Wat zijn de resultaten?

.....

.....

.....

.....

3. Wat is jouw conclusie over de vergelijking?

.....

.....

.....

.....

Experiment 4.

Je gaat een grijze bal van 64 gram vergelijken met een grijs vierkant van 18 gram

1. Wat was je oorspronkelijke voorspelling bij deze vergelijking?

.....

.....

.....

.....

2. Wat zijn de resultaten?

.....

.....

.....

.....

3. Wat is jouw conclusie over de vergelijking?

.....

.....

.....

.....

Experiment 5.

Je gaat een roze bal van 18 gram vergelijken met een grijze bal van 64 gram

1. Wat was je oorspronkelijke voorspelling bij deze vergelijking?

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

2. Wat zijn de resultaten?

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

3. Wat is jouw conclusie over de vergelijking?

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

Experiment 6.

Je gaat een grijze vierkant van 64 gram vergelijken met een roze vierkant van 9 gram

1. Wat was je oorspronkelijke voorspelling bij deze vergelijking?

.....

.....

.....

.....

2. Wat zijn de resultaten?

.....

.....

.....

.....

3. Wat is jouw conclusie over de vergelijking?

.....

.....

.....

.....