

# De effectiviteit van verschillende instructiemethoden bij onderzoekend leren

Miranda J. Boshuizen  
Universiteit Twente

Bachelorthese

Studentnummer: s1224093

Eerste begeleider: Dr. P. Wilhelm

Tweede begeleider: Dr. H. Van der Meij

Onderwijskunde, Faculteit Gedragwetenschappen

Universiteit Twente

Nijverdalen: 17-08-2015



## Samenvatting

Het is van belang dat leerlingen op een zo effectief mogelijke manier leren. Daarom is er onderzoek verricht naar de effectiviteit van verschillende instructiemethoden. Hierbij was de onderzoeksvraag: “Welke instructiemethode, te weten onderzoekend leren, onderzoekend leren met instructie of onderzoekend leren met taakstructurering, is het meest effectief bij leerlingen van groep 7/8?”. Er hebben 98 leerlingen meegedaan aan dit onderzoek van vier verschillende basisscholen. De leerlingen hebben een “Control of Variabeles Strategy” toets, een voorkennistoets en een onderzoekende leertaak gemaakt. Aan de hand van de resultaten van die toetsen zijn er berekeningen uitgevoerd over alle leerlingen, de verschillende groepen, de verschillende leeftijden en het geslacht van de leerlingen. Uit de analyses is gebleken dat er over het algemeen geen verschil is in effectiviteit tussen de verschillende instructiemethoden, alleen bij 12-jarigen blijkt onderzoekend leren met instructie het meest effectief te zijn. Ook heeft ondersteuning in de vorm van instructie of taakstructurering tot gevolg dat er beter wordt geëxperimenteerd. Als alle factoren worden meegenomen, is onderzoekend leren het minst effectief. De soort onderzoeksvraag kan hier een verklaring voor zijn. Daarnaast worden er aanbevelingen voor de praktijk en voor verder onderzoek gegeven.

*Trefwoorden: directe instructie, onderzoekend leren, taakstructurering*

## Abstract

It is important that students learn as effective as possible. Therefore, research has been conducted into the effectiveness of different instruction methods. The research question was: "Which instruction method, inquiry-based learning, inquiry-based learning with instruction or inquiry learning with task structuring, is the most effective for students of group 7/8?". A number of 98 students of four different primary schools participated in this study. The students made a Control of Variables Strategy, a pretest and an inquiry learning task. Results were analyzed on the level of all students, the different classes, ages and the gender. The results showed that there was no difference between the different instruction methods in learning performance. However, for 12-year-olds inquiry-based learning with instruction is the most effective. Support in the form of instruction or task structuring results in better experiments. All factors considered, discovery learning seemed least effective. The kind of research question could be an explanation for this. Recommendations for practice and for further research are discussed.

*Keywords: direct instruction, inquiry learning, task structuring*

## Inleiding

De laatste jaren is onderzoekend leren steeds populairder geworden (Peeters & Van Baren-Nawrocka, 2014). Steeds meer (basis)scholen maken gebruik van deze methode, waarbij leerlingen zichzelf moeten aansturen bij het leren. Maar is deze methode wel effectiever dan het klassieke instructie geven, waarbij de leerlingen worden aangestuurd door de leraar? Er is al veel onderzoek gedaan naar het verschil in effectiviteit tussen onderzoekend leren en directe instructie, waarbij de effectiviteit de mate is waarin een leerdoel wordt bereikt. Het is echter de vraag welke van de twee lesmethodes voor de grootste leeropbrengst zorgt. Volgens Kirschner, Sweller en Clark (2006) is directe instructie het meest effectief, omdat de kennis die men door directe instructie verwerft tot een meer accurate representatie leidt en ook nog makkelijker is verworven. Daarentegen blijkt dat leerlingen een grotere leerwinst behalen op kennis, wetenschappelijk redeneren en argumentatie door middel van onderzoekend leren (Wilson, Taylor, Kowalski & Carlson, 2009).

Of is een combinatie van directe instructie en onderzoekend leren het meest effectief, zoals verschillende onderzoekers vermelden (Dean & Kuhn, 2007; Mayer, 2004; Hmelo-Silver, Duncan & Chinn, 2007; Kuhn, 2007)? Een maatregel die directe instructie en onderzoekend leren combineert, is taakstructurering. Taakstructurering geeft ondersteuning en sturing aan het onderzoekend leerproces door middel van verschillende kleinere onderzoeksvragen. Maar het is nog niet duidelijk of onderzoekend leren met taakstructurering effectiever is dan onderzoekend leren met instructie of onderzoekend leren zonder ondersteuning. Om erachter te komen welke van de instructievormen het meest effectief is, is dit onderzoek uitgevoerd.

Het is belangrijk om erachter te komen of onderzoekend leren met taakstructurering effectiever is dan onderzoekend leren zonder ondersteuning en/of onderzoekend leren met instructie, en dus meer leerwinst oplevert, omdat het van belang is dat leerlingen op een zo effectief mogelijke manier leren. Als leerlingen gaan leren op een manier die niet het meest effectief is, duurt het veel langer voordat de leerlingen alles hebben geleerd wat er geleerd moet worden en duurt het langer voordat de leerdoelen zijn bereikt. Wanneer men erachter komt welke instructievorm het meest effectief is, kan men deze toepassen in meer leersituaties. Uit dit onderzoek zal onder andere blijken of leerlingen veel structuur en instructie nodig hebben of dat leerlingen vanuit zichzelf kunnen gaan leren en juist weinig structuur nodig hebben bij onderzoekend leren.

De verschillende instructiemethoden die in dit onderzoek zijn vergeleken zijn onderzoekend leren, onderzoekend leren met instructie en onderzoekend leren met taakstructurering. Bij elke methode hebben de leerlingen geëxperimenteerd met behulp van een simulatie. Bij onderzoekend leren met instructie kregen leerlingen een korte uitleg over experimenteren en bij onderzoekend leren met taakstructurering kregen de leerlingen verschillende onderzoeksvragen aangeboden. De instructiemethoden verschilden dus van elkaar. Om te onderzoeken of er een significant verschil bestaat in de effectiviteit van de verschillende instructiemethoden is de volgende onderzoeksvraag opgesteld:

“Welke instructiemethode, te weten onderzoekend leren, onderzoekend leren met instructie of onderzoekend leren met taakstructurering, is het meest effectief bij leerlingen van groep 7/8?”

De effectiviteit werd bepaald in termen van learning gain: de score op de post-test gecorrigeerd voor voorkennis. Hoe hoger de gemiddelde learning gain, hoe effectiever de instructievorm is.

## Theoretisch kader

Bij directe instructie is een leraar aanwezig die de kennis aan de leerlingen aanbiedt (Kirschner et al., 2006; Klahr & Nigam, 2004). De leraar bepaalt wat de leerlingen zullen leren (leerdoelen), hoe de leerlingen deze doelen zullen bereiken (leermiddelen en leerstrategieën), of de leerlingen voldoende geleerd hebben (leerresultaten) en welke feedback gegeven moet worden. De leraar structureert de leersituatie, niet de leerlingen, de leerboeken of lesmethodes. De leerboeken en/of lesmethodes worden wel gebruikt door de leraar, maar hij of zij bepaalt hoe en in welke mate deze gebruikt worden (Veenman, 2001). In de meest extreme vorm worden het doel, de materialen, de voorbeelden, de

verklaringen en de stappen van instructie door de leraar gecontroleerd (Klahr & Nigam, 2004; Dean & Kuhn, 2007) en worden leerstrategieën aangeboden die aansluiten bij de kennis die de leerlingen op dat moment hebben. Verloop en Lowyck (2009) vermelden dat directe instructie “wordt gekenmerkt door een heldere, docentgeleide, gestructureerde instructie met een actieve deelname van leerlingen, resulterend in hoge onderwijsopbrengsten” (p. 121).

Bij onderzoekend leren kunnen er verschillende niveaus van begeleiding aanwezig zijn (Banchi & Bell, 2008; Mayer, 2008; Furtak, Seidel, Iverson & Briggs, 2012), maar in alle gevallen zullen de leerlingen zelf (een deel van) het leerproces moeten plannen, uitvoeren en controleren (Mayer, 2004; Klahr & Nigam, 2004). Het idee achter onderzoekend leren is dat de “kennis die zelf wordt ontdekt, dieper is verwerkt en beter wordt geïntegreerd in de al aanwezige kennis en daardoor beter oproepbaar en toepasbaar is” (Verloop & Lowyck, 2009, p. 351). De leerling ontdekt en construeert daarbij zelf de kennis en vaardigheden (Klahr & Nigam, 2004). In de meest extreme vorm is er bij onderzoekend leren geen inbreng van de leraar, zijn er geen begeleidende vragen en geen feedback over bijvoorbeeld de kwaliteit van de geselecteerde materialen en worden geen verklaringen gegeven (Klahr & Nigam, 2004). Onderzoekend leren zorgt ervoor dat de leerling nieuwe regels en ideeën moet ontdekken en niet alleen vereist is te onthouden wat de leraar zegt (Mayer, 2004). Leerlingen zouden zich actiever opstellen en meer betrokken raken bij het leren (Mayer, 2004; Oostdam, Peetsma & Blok, 2007; Ryan & Deci, 2000).

De relatieve effectiviteit tussen deze twee instructiemethoden is vaak ter discussie gesteld in verschillende onderzoeken. Zo vermelden verschillende onderzoekers dat onderzoekend leren zonder begeleiding geen structuur biedt aan leerlingen om belangrijke concepten en procedures te leren (Furtak et al., 2012; Kirschner et al., 2006; Alfieri, Brooks, Aldrich & Tenenbaum, 2011). Kirschner et al. (2006) kwamen tot deze conclusie door verschillende studies te vergelijken. Ook Furtak et al. (2012) kwamen op basis van een meta-analyse tot deze conclusie. Het blijkt dat leerlingen in de condities waarbij de docent het leren van de leerlingen leidt de leerlingen met een gemiddelde effectgrootte van .40 beter presteren dan leerlingen in condities waarin zij hun eigen leren sturen. Alfieri et al. (2011) hebben twee meta-analyses uitgevoerd, waarbij onderzoekend leren zonder begeleiding werd vergeleken met expliciete directe instructie, en begeleid onderzoekend leren werd vergeleken met directe instructie en onderzoekend leren zonder begeleiding. Hieruit blijkt dat expliciete instructie superieur is aan onderzoekend leren zonder begeleiding. Dit is vooral bij verbale en sociale leertaken, probleem oplossen en wetenschappelijk onderzoek. Ook blijkt dat uitgewerkte voorbeelden, feedback en het geven van verklaringen nuttige toevoegingen zijn op het leren. De tweede analyse laat zien dat begeleid onderzoekend leren voor betere (leer)vaardigheden zorgt in vergelijking met onderzoekend leren zonder begeleiding en directe instructie. Dit is vooral het geval bij de ontwikkeling van fysieke/motorische vaardigheden, computervaardigheden en verbale/sociale vaardigheden.

Ook Klahr en Nigam (2004) en Mayer (2004) laten zien dat directe instructie en begeleiding effectiever is dan onderzoekend leren, vooral omdat de leerlingen de verschillende stappen in een onderzoek niet zonder begeleiding kunnen ontdekken. Dit is wel het geval wanneer de leerlingen hierover instructie krijgen. Uit onderzoek van Anderson, Corbett, Koedinger en Pelletier (1995), Mayer (2004) en Klahr en Carver (1988) blijkt dat lerenden die een directe (experimenteer) instructie ontvangen een beter vermogen ontwikkelen om eenvoudige experimenten uit te voeren. Daarbij maken de lerenden minder fouten bij het uitvoeren van het onderzoek, dan degenen in de onderzoekend leren conditie. Deze conclusie geldt op de gebieden geometrie, algebra en computer programmering. Lerenden in de onderzoekend leren situatie hebben te maken met onduidelijke feedback (door zelf te experimenteren is het voor de lerenden niet duidelijk of ze op de goede weg zitten), vullen gegevens verkeerd in en vermelden verkeerde oorzakelijke verbanden.

Uit deze onderzoeken blijkt dat directe instructie en begeleiding bij onderzoekend leren waarschijnlijk effectiever zijn dan onderzoekend leren zonder begeleiding. Het ging hier vooral om of leerlingen begrepen hoe experimenten moeten worden uitgevoerd. Omdat er werd gesproken over instructie en begeleiding bij het uitvoeren van onderzoek, is instructie/begeleiding een toevoeging op onderzoekend leren. In dit onderzoek bestaat directe instructie bij onderzoekend leren uit een (experimenteer) instructie vooraf. Omdat er in de genoemde onderzoeken vooral is gekeken naar

vaardigheden van lerenden bij directe instructie en onderzoekend leren, is het niet duidelijk naar voren gekomen of de lerenden ook meer conceptuele kennis hebben opgedaan bij één van de twee methodes. Om de effectiviteit te bepalen van de twee instructiemethoden, werd in dit onderzoek gekeken naar de conceptuele kennis die leerlingen opdeden bij de verschillende instructiemethoden in de simulatie. Omdat hiervoor duidelijk was gemaakt dat onderzoekend leren met instructie waarschijnlijk effectiever is dan onderzoekend leren zonder begeleiding bij het doen van experimenten, werd verwacht dat leerlingen in de “onderzoekend leren met instructie” conditie ook meer conceptuele kennis op zouden doen, waardoor zij een hogere learning gain zouden hebben. Daarom was de eerste hypothese opgesteld:

Hypothese 1:

Leerlingen in de conditie onderzoekend leren met instructie hebben een hogere learning gain dan leerlingen in de conditie onderzoekend leren.

Aan de andere kant zijn er ook studies die laten zien dat onderzoekend leren met enige vorm van begeleiding effectiever is dan directe instructie (Alfieri et al., 2011; Dean & Kuhn, 2007; Kuhn, 2007; Mayer, 2004). Uit onderzoek van Dean en Kuhn (2007) blijkt dat dit zowel op de korte termijn als op de lange termijn het geval is. Na 11 weken doen leerlingen in een directe instructie conditie geen nieuwe kennis meer op. Dit is nog wel het geval wanneer er begeleiding is bij het onderzoekend leren. Uit het vergelijken van verschillende studies door Mayer (2004) en Hmelo-Silver et al. (2007) blijkt dat begeleide ontdekking effectiever is dan pure ontdekking. Wanneer de lerenden instructie krijgen nadat zij eerst zelf hebben geprobeerd het probleem op te lossen, wordt er meer geleerd dan wanneer de lerenden alleen van te voren instructie krijgen. Dit komt waarschijnlijk omdat de lerenden daardoor meer betekenis aan de data konden geven (Hmelo-Silver et al., 2007).

Uit bovenstaande kan worden afgeleid dat begeleid onderzoekend leren geschikt is om te gebruiken in leersituaties. Door de begeleiding ontstaat er een structuur voor leerlingen waarin duidelijker wordt wat er wanneer gedaan moet worden. De begeleiding wordt gegeven tijdens het experimenteren zelf. Een uitwerking van deze instructievorm is onderzoekend leren met taakstructurering. Bij taakstructurering wordt een onderzoek opgedeeld in meerdere kleine opdrachten of deeltaken. Zo wordt dus onderzoekend leren (onderzoek doen, experimenteren) gecombineerd met structuur (structuur door deeltaken). De begeleiding bestaat hier uit meerdere verschillende deeltaken.

Omdat taakstructurering sturing geeft tijdens het onderzoekend leerproces zelf, zou dit effectiever kunnen zijn dan de andere twee instructievormen. Leerlingen werden er in dit onderzoek impliciet op gewezen, door een onderzoeksvraag per variabele tijdens het onderzoekend leerproces, dat er één variabele per keer moest worden onderzocht in plaats van alles in één keer aan te pakken. Daardoor zouden de leerlingen zich beter kunnen richten op het effect van een variabele en daardoor ook beter begrijpen wat er zou gebeuren als zo'n variabele verandert. Dit is minder het geval bij onderzoekend leren met instructie (alleen korte uitleg vooraf) en bij onderzoekend leren (geen uitleg en sturing), want daarbij worden alle variabelen in één keer gepresenteerd. Doordat de leerlingen konden focussen op één variabele tegelijk, werd het leerproces beter gestructureerd. Hierdoor zouden de leerlingen kennis effectiever opdoen en daardoor een hogere learning gain bereiken dan leerlingen in de andere condities.

Op basis van de literatuur werd dus verwacht dat taakstructurering effectiever is dan alleen onderzoekend leren of onderzoekend leren met alleen instructie vooraf. Daarom werden de volgende hypothesen opgesteld:

Hypothese 2:

Leerlingen in de conditie onderzoekend leren met taakstructurering hebben een hogere learning gain dan leerlingen in de conditie onderzoekend leren met instructie.

### Hypothese 3:

Leerlingen in de conditie onderzoekend leren met taakstructurering hebben een hogere learning gain dan leerlingen in de conditie onderzoekend leren.

Er is bij dit onderzoek gecontroleerd voor experimenteervaardigheid, omdat dit het leren beïnvloedt. Dit zal bekeken worden met een test die een beroep doet op de Control-of-Variables Strategy (CVS) (Chen & Klahr, 1999; Zimmerman, 2007). CVS is de gedachte achter het ontwerpen van goede experimenten waaruit valide, causale gevolgtrekkingen kunnen worden gemaakt. Door elke keer maar één variabele te veranderen en de overige variabelen gelijk te houden, zal duidelijk worden of het veranderen van die ene variabele wel of geen invloed heeft gehad op het resultaat. Het juiste gebruik van CVS is een goede stap richting de ontwikkeling van wetenschappelijk redeneren (Klahr, 2002; Klahr & Dunbar, 1988). Er is dus onderzocht of de leerlingen vooraf een vergelijkbaar niveau van voorkennis hadden over hoe er geëxperimenteerd moet worden. Daarnaast werd het experimenteelgedrag van leerlingen onderzocht tijdens het simulatieonderzoek door middel van logfiles. Er is daarbij gekeken of leerlingen met de experimenten die zij deden wel tot een goed antwoord konden komen en dus de juiste experimenten hadden gedaan. Dit komt overeen met de CVS, alleen werd dit nu bekeken aan de hand van de experimenten van leerlingen in de leertaak.

Ook is er gekeken of leerlingen bij een bepaalde instructiemethode meer het gevoel ontwikkelen een soortgelijke taak een volgende keer goed aan te kunnen, oftewel self-efficacy. Self-efficacy is het geloof van een individu in de mogelijkheid een bepaalde taak uit te voeren (Bandura, 1977). Leerlingen met een laag niveau van self-efficacy vermijden moeilijke taken, omdat dat als een persoonlijk gevaar overkomt (Bandura, 1993). Leerlingen met een hoog niveau van self-efficacy ervaren moeilijke taken als uitdagingen. Deze uitdagingen moeten worden opgelost en leerlingen hebben de controle over deze taken. Het geloof van de studenten in hun efficacy om hun eigen leren te regelen bepaald onder andere hun niveau van motivatie (Bandura, 1993). Omdat leerlingen in de conditie onderzoekend leren de meeste vrijheid hebben en het meest hun eigen leren kunnen regelen, werd er verwacht dat leerlingen in deze conditie een hogere self-efficacy zouden rapporteren dan leerlingen in de andere twee condities. Omdat onderzoekend leren met instructie wel meer vrijheid geeft om zelf het leren te reguleren in vergelijking met onderzoekend leren met taakstructurering, werd er verwacht dat leerlingen in de onderzoekend leren met instructie conditie een hogere self-efficacy hebben dan leerlingen in de onderzoekend leren met taakstructurering conditie. Daarom waren de volgende hypothesen opgesteld:

### Hypothese 4:

Leerlingen in de conditie onderzoekend leren rapporteren een hogere self-efficacy dan leerlingen in de onderzoekend leren met instructie conditie

### Hypothese 5:

Leerlingen in de conditie onderzoekend leren rapporteren een hogere self-efficacy dan leerlingen in de onderzoekend leren met taakstructurering conditie

### Hypothese 6:

Leerlingen in de conditie onderzoekend leren met instructie rapporteren een hogere self-efficacy dan leerlingen in de onderzoekend leren met taakstructurering conditie.

## Methodie

### Proefpersonen

Vier klassen van vier verschillende basisscholen uit Nijverdal, Hellendoorn en Wierden hebben meegewerkt aan het onderzoek. In totaal zaten er 107 leerlingen in de vier klassen. Een aantal van 98 leerlingen hebben zowel de voorkennistoetsen als de leertaak afgerond, zeven leerlingen hebben alleen



de voorkennistoetsen gemaakt en één leerling heeft alleen de leertaak gedaan. Ook heeft één leerling geen toestemming van de ouders gekregen om mee te werken aan het onderzoek. Tijdens de analyses is er alleen gekeken naar de leerlingen die alles hebben ingevuld, waardoor het totaal op 98 leerlingen komt ( $n = 98$ ).

De leeftijd van de leerlingen ligt tussen de 10 en 13 jaar, waarvan het gemiddelde 11.26 ( $SD = 0.79$ ) was. Er hebben 52 meisjes meegedaan en 46 jongens. Het aantal leerlingen dat in groep 7 zat was 30, in groep 8 waren het er 66. In Tabel 1 staat een overzicht van de kenmerken van de participanten.

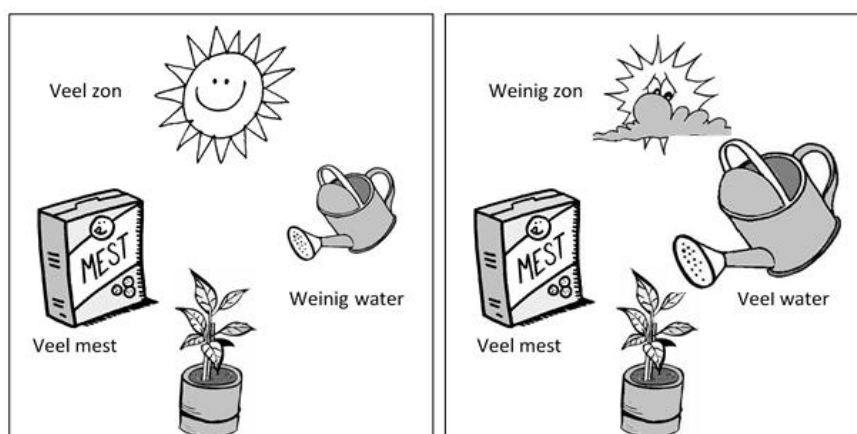
Tabel 1  
*Kenmerken participanten*

	Conditie			Totaal
	Onderzoekend leren met Instructie	Onderzoekend leren met Taakstructurering	Onderzoekend leren	
Leeftijd $M$ ( $SD$ )	11.09 (0.73)	11.41 (0.86)	11.25 (0.76)	11.26 (0.79)
10 jaar $n$	6	5	4	15
11 jaar $n$	18	13	18	49
12 jaar $n$	7	13	8	28
13 jaar $n$	1	3	2	6
Geslacht $n$				
Jongen	14	16	16	46
Meisje	18	18	16	52
Groep $n$				
Groep 7	12	9	9	30
Groep 8	19	25	22	66

## Meetinstrumenten

### Control of Variabele Strategy toets

Ongeveer een week voor het daadwerkelijke onderzoek is een CVS toets (Chen & Klahr, 1999; Zimmerman, 2007) afgenomen. Deze toets werd gebruikt om het niveau van experimenteervaardigheid te meten. De test die gebruikt is, is een vertaling van de CVS-test uit de onderzoeken van Klahr (zie Chen & Klahr, 1999; Matlen & Klahr, 2013). Deze test bestond uit negen verschillende vragen die op papier werd ingevuld (zie Bijlage 1). Het doel van elke vraag is om te achterhalen of wat getekend is een goed of slecht experiment is en uit te zoeken waar het dan aan ligt als het een slecht experiment is. Een voorbeeld van een vraag is (zie Figuur 1): “Is dit een goede test? Weet Mieke straks zeker of de hoeveelheid water iets uitmaakt voor de groei van het plantje? Omcirkel het goede antwoord”.



Figuur 1:  
*Voorbeeld CVS*

Wanneer het antwoord nee was, moesten de leerlingen wat in het plaatje schrijven of tekenen om zo een goede test te maken. Aan de hand van de rubric (Bijlage 2) is de CVS-toets beoordeeld. Elke vraag kon daarbij goed (1 punt), gedeeltelijk goed (0,5 punt) of fout (0 punten) worden beantwoord. Zo kon de hoeveelheid goede antwoorden van een leerlingen minimaal 0 en maximaal 9 zijn.

## Voorkennistoets

Tegelijk met de CVS toets is een voorkennistoets op papier afgenomen (zie Bijlage 3). Deze voorkennistoets gaat over de inhoud van het taakdomein, namelijk over het geluid van de gong. De toets bestaat uit vier hoofdvragen en een aantal vervolgvragen. Deze vervolgvragen moeten alleen worden ingevuld als de leerling de hoofdvraag met “ja” beantwoordt. Een voorbeeld van een vraag is (zie Figuur 2): “Maakt het uit of de gong een hoog of een laag geluid maakt?”. De vervolgvraag is: “Bij een hoge toon hoor je de echo langer / korter dan bij een lage toon”.

Je staat in een lange gang. In die gang staat een grote gong. Als ik 1 keer op de gong sla, maakt hij geluid. Je hoort dan “boing”. Je kunt dit geluid nog een paar seconden horen. Dat heet de echo. Soms duurt de echo heel lang, soms heel kort. Hoe zou dat komen? Daarover gaat deze test.



Kruis aan welke dingen iets uitmaken voor hoe lang je de echo kunt horen.

Let op. Er kunnen meer goede antwoorden zijn. Dus als jij denkt dat 2 of 3 of misschien wel 4 dingen iets uitmaken, dan kan dat!

Let op. Als je per ongeluk het verkeerde antwoord hebt aangekruist, zet dan een pijltje voor het juiste antwoord.

### Vraag 1

Maakt het uit of de gong een hoog of een laag geluid maakt?

- Nee, dat maakt niet uit voor hoe lang je de echo kunt horen  
→ Ga door met vraag 2
- Ja, dat maakt wel uit voor hoe lang je de echo kunt horen  
→ Omcirkel het goede woord:

Bij een hoge toon hoor je de echo langer / korter dan bij een lage toon

Figuur 2:  
*Inleiding en vraag voorkennistoets*

Aan de hand van de rubric (Bijlage 4) is de voorkennistoets beoordeeld. Elke vraag kon daarbij goed (1 punt), gedeeltelijk goed (0,5 punt) of fout (0 punten) worden beantwoord. Zo kon de hoeveelheid goede antwoorden van een leerling minimaal 0 en maximaal 4 zijn.

## Onderzoekend leren taak

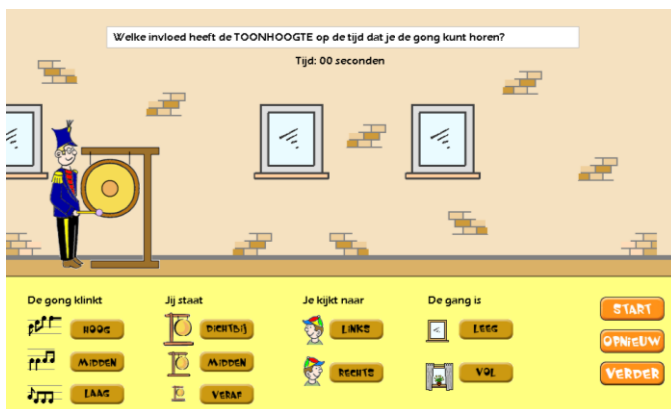
Er waren verschillende condities in dit onderzoek: (a) Onderzoekend leren, (b) Onderzoekend leren met Instructie en (c) Onderzoekend leren met Taakstructurering. Bij Onderzoekend leren was er geen extra begeleiding aanwezig, bij Onderzoekend leren met Instructie kregen leerlingen van te voren instructie over experimenteren en bij Onderzoekend leren met Taakstructurering kregen leerlingen sturing door meerdere onderzoeksvragen. De condities worden in het vervolg gerefereerd als respectievelijk O, OI en OT.

Het onderzoek is gedaan met behulp van een computersimulatie. Deze computersimulatie gaat over het geluid van de gong. Er waren twee verschillende versies van de simulatie. Er was een simulatie waarbij er één onderzoeksvraag werd gebruikt. Deze werd gebruikt bij O en OI (zie Figuur 3). De onderzoeksvraag hierbij was: “Welke invloed hebben de toonhoogte, de plaats waar jij staat, de kant waarnaar jij kijkt en de inrichting van de gang op de tijd dat je de gong kunt horen?”. De andere versie werd gebruikt bij OT, hierbij werden er vier verschillende onderzoeksvragen gesteld (één per variabele) die de proefpersonen achtereenvolgens moesten beantwoorden (zie Figuur 4). De eerste onderzoeksvraag die hierbij is gesteld was: “Welke invloed heeft de toonhoogte op de tijd dat je de gong

kunt horen?”. De toonhoogte werd (bij de volgende vragen) vervangen door respectievelijk de plaats waar jij staat, de kant waarnaar jij kijkt en de inrichting van de gang.



Figuur 3:  
Simulatie O en OI



Figuur 4:  
Simulatie OT

Er zijn vier factoren die invloed kunnen hebben op hoelang men de gong kan horen. De vier factoren zijn: de toonhoogte, de plaats waar een persoon staat, de kant waarnaar deze kijkt en de inrichting van de gang. Deze verschillende factoren hebben verschillende (instel)waarden. Dit is bij de toonhoogte hoog, midden en laag; bij de plaats waar de persoon staat dichtbij, midden en veraf; bij de kant waar de persoon naar kijkt links en rechts; bij de inrichting van de gang leeg en vol. De bedoeling voor de leerlingen was om experimenten te doen om de effecten te bepalen van de vier factoren op hoe lang de gong hoorbaar was. De effecten van de variabelen zijn als volgt: wanneer de toonhoogte hoog is, hoort men de gong het langste; als men dichtbij staat hoort men de gong het langste; de kijkrichting maakt niet uit op hoelang men de gong hoort en wanneer de gang leeg is hoort men de gong het langste.

Aan de hand van de rubric (Bijlage 5) is de leertaak beoordeeld. Elke vraag kon daarbij goed (1 punt), gedeeltelijk goed (0,5 punt) of fout (0 punten) worden beantwoord. Zo kon de hoeveelheid goede antwoorden van een leerling minimaal 0 en maximaal 4 zijn.

### Self-efficacy vragen

De self-efficacy vragen zijn gebaseerd op Bandura (2006), waarbij er onder andere voorbeelden worden gegeven over het meten van self-efficacy. Leerlingen kregen na de instructie een briefje met één vraag. Deze vraag ging over hoe goed de leerlingen dachten deze opdracht te zullen doen. De vraag was: “Hoe goed denk je dat je deze opdracht aankunt?”. Nadat de leerlingen het onderzoek hadden gedaan, kregen de leerlingen weer een briefje met één vraag. Deze vraag ging over hoe goed de leerlingen dachten een soortgelijke opdracht in vervolg te zullen doen. De vraag was: “Hoe goed denk je dat je een opdracht

als deze aankunt?”. De bedoeling van deze vragen was om erachter te komen of een bepaalde instructiemethode de proefpersonen meer of minder het gevoel geeft een soortgelijke taak een volgende keer goed aan te kunnen.

## Procedure

Ongeveer een week voor het daadwerkelijke onderzoek werd de CVS-toets en de voorkennistoets afgenomen bij de leerlingen. Er werd van te voren een korte uitleg gegeven. Bij de CVS-toets gebeurde dit aan de hand van het voorbeeld en bij de voorkennistoets werd kort de inleiding opgelezen. De leerlingen kregen de toetsen één voor één, te beginnen met de CVS-toets. De leerlingen zaten in de toetsopstelling, zodat er niet afgekeken kon worden. Als een leerling een vraag stelde, werd de uitleg van het voorbeeld kort herhaald. De leerlingen hadden maximaal 30 minuten de tijd voor beide toetsen.

Het daadwerkelijke onderzoek had als onafhankelijke variabele de instructiemethode die bestond uit de condities O, OI en OL. De leerlingen kregen van te voren een USB-stick aangereikt van de onderzoeker. Hier stond één van de drie condities op. Leerlingen werden daardoor per toeval toegewezen en verdeeld over de verschillende condities. Nadat de leerlingen de USB-stick hadden gekregen, werd er een korte uitleg gegeven over de werking van de simulatie. Hierbij werd onder andere aangegeven wat de opdracht was en dat de leerlingen het onderzoek moesten uitvoeren op hun eigen manier. Ook werd vermeld dat de leerlingen maximaal 30 minuten hadden om het onderzoek uit te voeren. Hieronder wordt kort uitgelegd hoe de verschillende condities eruit zagen.

### Onderzoekend leren met Instructie (OI)

De leerlingen kregen, voor de algemene uitleg, instructie van de onderzoeker over experimenteren. Deze instructie werd gegeven aan de hand van een teacher script (zie Bijlage 6) en vond plaats op een plek waar de andere leerlingen het niet konden horen. Er werd onder andere verteld wat systematisch experimenteren is en wat goed en slecht experimenteren is (inclusief voorbeelden). Dit werd uitgelegd met behulp van de computersimulatie “Gong”. Nadat de instructie gegeven was, gingen de leerlingen bezig met de computersimulatie met één onderzoeksvraag. Het antwoord werd door de leerlingen na het experimenteren in de simulatie ingetypt. Wanneer een leerling een vraag had, werd kort de instructie of de werking van de simulatie herhaald. In Figuur 5 is een voorbeeld gegeven van OI.

#### Voorbeeld Onderzoekend leren met Instructie (OI):

Leerling 1 kreeg, voordat hij bezig kon gaan met experimenteren, een instructie van de onderzoeker. Hierbij kon hij informatie opdoen over systematisch experimenteren die hij later kon toepassen in de simulatie. Nadat hij de instructie had gekregen, kreeg hij een algemene uitleg, waarna hij bezig ging met experimenteren in de simulatie. Daarbij had hij één onderzoeksvraag gekregen. Hij kan nu de kennis, die hij net had opgedaan in de instructie, toepassen in de simulatie. Wanneer hij dacht het antwoord te weten op de onderzoeksvraag, kon hij het antwoord in de simulatie typen. Hierna was hij klaar met het experiment.

Figuur 5

*Voorbeeld OI*

### Onderzoekend leren met Taakstructurering (OT)

De leerlingen kregen hierbij geen instructie en gingen na de algemene uitleg aan de slag met de computersimulatie. Bij deze conditie werd de simulatie met de vier kleinere onderzoeksvragen gebruikt. De onderzoeksvragen werden hierbij één voor één voorgelegd. Wanneer de leerling het antwoord had ingetypt op de eerste vraag, kon de leerling verder naar de tweede vraag en variabele en daarna weer het antwoord geven. Tussendoor werd er geëxperimenteerd. De antwoorden werden dus tussentijds gegeven. Wanneer een leerling een vraag had, werd kort de uitleg herhaald over de werking van de simulatie. In Figuur 6 is een voorbeeld gegeven van OT.

Voorbeeld Onderzoekend leren met Taakstructurering (OT):

Leerling 2 ging na de algemene uitleg aan de slag met de simulatie. Hierbij kreeg hij per variabele een onderzoeksvraag, te beginnen met de toonhoogte. Hij moest nu vanuit zichzelf gaan bedenken hoe hij een antwoord kon geven op de onderzoeksvraag. Hij werd hierbij wel gestuurd, doordat de onderzoeksvraag nu specifiek over de toonhoogte ging. Als hij dacht het antwoord te weten op de onderzoeksvraag met de toonhoogte, kon hij het antwoord in de simulatie typen. Wanneer hij dit antwoord had opgeslagen, ging hij door naar de volgende onderzoeksvraag. Dit ging zo door totdat hij alle vier de vragen had beantwoord. Hierna was hij klaar met het experiment.

Figuur 6

*Voorbeeld OT*

**Onderzoekend leren (O)**

De leerlingen gingen direct aan de slag met de computersimulatie met één onderzoeksvraag. De leerlingen moesten zelf ontdekken wat er van hen werd verwacht. Het antwoord op de onderzoeksvraag werd na het experimenteren door de leerlingen in de simulatie getypt. Wanneer een leerling tussendoor een vraag had, werd kort de uitleg herhaald over de werking van de simulatie. Er werd verder geen begeleiding/uitleg gegeven. In Figuur 7 wordt een voorbeeld gegeven van O.

Voorbeeld Onderzoekend leren (O):

Leerling 3 ging na de algemene uitleg aan de slag met de simulatie. Hij kreeg hierbij één grote onderzoeksvraag. Zonder enige vorm van instructie of sturing moest hij vanuit zichzelf gaan bedenken hoe hij die vraag moest gaan beantwoorden. De leerling moest in één keer alle variabelen gaan beantwoorden. Wanneer hij dacht het antwoord te weten, kon hij het antwoord in de simulatie typen. Hierna was hij klaar met het experiment.

Figuur 7

*Voorbeeld O*

Een overzicht van de verschillende condities staat in Tabel 2.

Tabel 2

*Overzicht verschillende condities*

	Onderzoekend leren met Instructie	Onderzoekend leren met Taakstructurering	Onderzoekend leren
Algemene uitleg	X	X	X
Uitleg over experimenteren	X	-	-
Enkele onderzoeksvraag	X	-	X
Meerdere onderzoeksvragen	-	X	-
Instructie door onderzoeker	X	-	-
Sturing door simulatie	-	X	-

**Data-analyse**

Om te controleren of de codering van de resultaten voldoende betrouwbaar was, heeft een tweede beoordelaar (een deel van) de (voorkennis)toets(en) ook gecodeerd (Baarda, De Goede & Teunissen, 2009). Daarbij is er een Cohen's Kappa berekend om de interbeoordelaars betrouwbaarheid vast te stellen. Doel hiervan was om eventuele bias van de onderzoeker tegen te gaan en de kwaliteit te waarborgen (Baarda et al., 2009). De Cohen's Kappa is per instrument berekend. De Cohen's Kappa van de CVS-toets is 1.00, van de voorkennistoets 1.00 en van de posttest .82. De gemiddelde Cohen's Kappa is .94, wat betekent dat er een bijna perfecte overeenkomst is tussen de twee beoordelaars.

Om de betrouwbaarheid van elk instrument te bekijken is de Cronbach's alpha voor elk instrument apart berekend. De Cronbach's alpha van de CVS-toets is .80, wat betekent dat er een goede betrouwbaarheid is. De Cronbach's alpha van het vooronderzoek is .02, wat betekent dat er een slechte interne consistentie is van het vooronderzoek. De Cronbach's alpha van de posttest is .75. Dit betekent dat de metingen voldoende betrouwbaar waren. Doordat het vooronderzoek en de posttest aan elkaar gekoppeld zijn, is er voor gekozen niet een item te verwijderen voor een hogere betrouwbaarheid. Als er een vraag verwijderd zou worden, zou deze niet vergeleken kunnen worden van voor die tijd (voorkennistoets) en na die tijd (leertaak).

Om te onderzoeken of de leerlingen een vergelijkbaar niveau van experimenteren hadden, is er eerst een gemiddelde score berekend van de CVS-toets. Dit is per conditie gedaan. Aan de hand van een ANOVA is gekeken of deze gemiddelden vergelijkbaar waren.

De afhankelijke variabele was de learning gain. Dit was het aantal goede antwoorden van een leerling minus de hoeveelheid goede antwoorden van een leerling op de voorkennistoets (pre-test). De learning gain is vervolgens per conditie berekend. Aan de hand van een ANOVA is gekeken of de gemiddelde learning gain significant verschilden per conditie.

Tevens is er gekeken of de leerlingen, met de experimenten die zij deden, wel een goed antwoord konden geven. Bij elke variabele zijn er verschillende instelwaarden. Om tot een juist antwoord te komen, moeten alle instelwaarden van een variabele een keer gebruikt zijn, terwijl de andere variabelen gelijk blijven. Een correct voorbeeld om de invloed van de kijkrichting te onderzoeken staat in Tabel 3.

Tabel 3  
*Manier om invloed van kijkrichting te onderzoeken*

<b>Toonhoogte</b>	<b>Afstand</b>	<b>Kijkrichting</b>	<b>Inrichting gang</b>
Hoog	Dichtbij	<i>Links</i>	Leeg
Hoog	Dichtbij	<i>Rechts</i>	Leeg

De bedoeling hiervan is om te achterhalen of de leerlingen gegokt hebben. Een leerling kan namelijk soms een antwoord goed hebben, terwijl uit de experimenten blijkt dat die leerling niet tot het juiste antwoord had kunnen komen. Er is daarbij een punt toegekend voor elke variabele waarover de leerlingen inderdaad een juiste uitspraak konden doen. Als de leerlingen een bepaald effect niet konden beoordelen aan de hand van de experimenten die zij hadden uitgevoerd, werd er geen punt toegekend. De score die hier uitkomt is de verwachte leerscore, de score die leerlingen hadden kunnen halen aan de hand van de experimenten die zij hebben gedaan. Dit is gedaan door de experimenten die de leerlingen hebben uitgevoerd in het onderzoek na te kijken. Deze stonden vermeld in de logfiles, waarin de antwoorden en experimenten van de leerlingen werden opgeslagen. Hiervan is ook een gemiddelde per conditie berekend en aan de hand van een ANOVA is gekeken of deze scores significant verschilden. Deze resultaten zullen in vervolg "verwachte leerscore" worden genoemd.

Aan de hand van de verwachte leerscore werd er een gecorrigeerde leerscore berekend. Deze gecorrigeerde leerscore is een verschilscore: de score op de posttest minus de verwachte leerscore. Wanneer deze uitkomst negatief is, hebben leerlingen minder vaak het goede antwoord gegeven dan verwacht werd. Wanneer deze uitkomst positief is, betekent het dat leerlingen hebben gegokt omdat de posttestscore hoger is dan wat er verwacht werd.

Daarnaast is er naar de efficiëntie gekeken, door bij de verschillende condities de tijd en de hoeveelheid experimenten te vergelijken. Wanneer er minder tijd of experimenten nodig is/zijn om tot eenzelfde antwoord te komen, is de methode efficiënter. Ook de self-efficacy van de leerlingen, en het verschil daarin, is door middel van een voor- en nameting onderzocht. Over deze variabelen zijn gemiddelden berekend. Tevens zijn er correlaties berekend om het verband tussen de verschillende toetsen te ontdekken.

Verder is er per groep (7 en 8) gekeken of er verschillen waren in leerwinst en efficiëntie. Leerlingen worden namelijk ingedeeld in een groep als de leerlingen een bepaald niveau hebben behaald. Maar omdat er verschillende leeftijden in zulke groepen aanwezig zijn, kan het zijn dat er ook verschil is afhankelijk van leeftijd. Daarom zijn zowel de groep als leeftijd meegenomen in de analyses. Bij de leeftijdsanalyses is er niet gekeken naar 13-jarigen, omdat niet in elke conditie minstens twee 13-jarigen zaten. Wel is er gekeken naar verschillen in effectiviteit bij meisjes en jongens. Er is bij alle analyses gerekend met een significantieniveau van 0.05.

## Resultaten

### Correlaties

Om onderlinge verbanden te analyseren zijn er eerst correlaties berekend. Correlaties geven aan op wat voor manier de scores van een variabele samenhangen met de scores van een andere variabele. Uit de correlatieberekeningen blijkt dat er geen verband bestaat tussen de scores van de voorkennistoets en de posttest ( $r = 0.06, p = 0.575$ ) en tussen de scores van de voorkennistoets en de CVS-toets ( $r = 0.11, p = 0.269$ ). Daarentegen is er een significante correlatie,  $r = 0.23, p = 0.021$ , tussen de scores van de CVS-toets en de posttest. Het verband is zwak en positief: hoe beter de leerlingen waren op de CVS-toets, hoe beter ze zijn op de posttest.

### Control-of-Variables Strategy toets

Er is een gemiddelde score berekend van de CVS-toets. Hieruit blijkt dat de conditie OT ( $M = 6.24, SD = 2.04$ ) een iets hoger gemiddelde heeft dan de conditie O ( $M = 5.72, SD = 2.19$ ) en de conditie OI ( $M = 5.45, SD = 2.51$ ). Uit de ANOVA blijkt dat er geen significant effect is:  $F(2, 95) = 1.03, p = 0.359$ . Daarom wordt er aangenomen dat de drie verschillende condities een gelijk niveau van experimenteervaardigheid hebben.

De resultaten op de verschillende onderdelen zijn per conditie en van het totaal beschreven in Tabel 4.

Tabel 4  
Resultaten

	Conditie			
	Onderzoekend leren met Instructie ( $n = 32$ )	Onderzoekend leren met Taakstructurering ( $n = 34$ )	Onderzoekend leren ( $n = 32$ )	Totaal ( $n = 98$ )
	$M (SD)$	$M (SD)$	$M (SD)$	$M (SD)$
CVS toets <sup>a</sup>	5.45 (2.51)	6.24 (2.04)	5.72 (2.19)	5.81 (2.25)
Pre-test <sup>b</sup>	2.20 (0.95)	2.40 (0.87)	2.41 (0.73)	2.34 (0.85)
Post-test <sup>c</sup>	2.08 (1.54)	2.25 (1.23)	2.00 (1.56)	2.11 (1.43)
Learning gain	-0.13 (1.88)	-0.15 (1.41)	-0.41 (1.59)	-0.22 (1.62)
Verwachte leerscore <sup>d</sup>	2.56 (1.39)	2.18 (1.22)	1.44 (1.48)	2.06 (1.43)
Gecorrigeerde leerscore	-0.48 (2.32)	0.07 (1.56)	0.56 (1.67)	0.05 (1.91)
Hoeveelheid experimenten	14.66 (8.74)	11.24 (5.00)	9.91 (8.47)	11.92 (7.74)
Tijd bezig (in minuten)	21.27 (8.11)	17.12 (6.19)	16.01 (7.30)	18.37 (7.27)
Self-efficacy vooraf <sup>e</sup>	3.10 (0.65)	2.94 (0.98)	3.19 (0.75)	3.07 (0.81)
Self-efficacy achteraf <sup>f</sup>	3.40 (0.62)	3.45 (0.97)	3.13 (1.02)	3.33 (0.90)
Self-efficacy verschil	0.28 (0.65)	0.52 (0.91)	-0.06 (0.77)	0.25 (0.82)

*Noot.* a: minimum 0 en maximum 9; b: minimum 0 en maximum 4; c: minimum 0 en maximum 4; d: minimum 0 en maximum 4; e: rating scale: 0=helemaal mee oneens to 5=helemaal mee eens; f: rating scale: 0=helemaal mee oneens to 5=helemaal mee eens

## Learning gain

De gemiddelde verschildcores (posttest – pre-test) zijn allemaal negatief, wat betekent dat de verschillende condities geen learning gain hebben. Er is wel wat verschil in de gemiddelde learning gain van de drie condities, maar het is geen significant verschil ( $p = 0.746$ ). Het gemiddelde van de conditie O is  $-0.41$  ( $SD = 1.59$ ), van de conditie OI  $-0.13$  ( $SD = 1.88$ ) en van de conditie OT  $-0.15$  ( $SD = 1.41$ ). Daarentegen is er bij de 12-jarigen wel een significant verschil opgetreden ( $p = 0.038$ ), waaruit blijkt dat de conditie OI ( $M = 0.50$ ,  $SD = 1.58$ ) significant effectiever is dan de conditie O ( $M = -1.38$ ,  $SD = 1.66$ ) én de conditie OT ( $M = -1.12$ ,  $SD = 1.24$ ).

## Verwachte leerscore

Uit de ANOVA blijkt dat er een significant effect is bij de verwachte leerscore,  $F(2, 95) = 5.63$ ,  $p = 0.005$ . Het blijkt dat leerlingen in de conditie O ( $M = 1.44$ ,  $SD = 1.48$ ) significant een lagere verwachte leerscore behalen dan leerlingen in de OI conditie ( $M = 2.56$ ,  $SD = 1.39$ ,  $p = 0.004$ ). In vergelijking met leerlingen uit de OT conditie ( $M = 2.18$ ,  $SD = 1.22$ ;  $p = 0.091$ ) hebben zij een marginaal significant lagere verwachte leerscore. Het verschil tussen OI en OT is niet significant. Tienjarigen in de conditie O hebben de laagste verwachte leerscore ( $M = 1.50$ ,  $SD = 1.73$ ). Dit verschil is marginaal significant in vergelijking met leerlingen uit de conditie OI ( $M = 3.50$ ,  $SD = 0.84$ ,  $p = 0.088$ ). Ook bij 12-jarigen heeft de conditie OI ( $M = 2.86$ ,  $SD = 1.21$ ) significant een hoger gemiddelde in vergelijking met de conditie O ( $M = 0.75$ ,  $SD = 0.89$ ,  $p = 0.010$ ). Bij de meisjes waren de gemiddelden bij zowel de conditie OI ( $M = 2.56$ ,  $SD = 1.38$ ) als de conditie OT ( $M = 2.00$ ,  $SD = 1.14$ ) significant hoger dan de conditie O ( $M = 1.06$ ,  $SD = 1.12$ ,  $p = 0.003$ ). Bij leerlingen uit groep 8 werd een significant verschil gevonden ( $p = 0.039$ ) tussen de condities OI ( $M = 2.32$ ,  $SD = 1.49$ ) en O ( $M = 1.32$ ,  $SD = 1.32$ ), waarbij leerlingen in de OI conditie significant een hogere verwachte leerscore behaalden.

## Gecorrigeerde leerscore

De gecorrigeerde leerscore is de verschildscore van de score op de posttest minus de verwachte leerscore. De gecorrigeerde leerscore van leerlingen in de conditie O is  $0.56$  ( $SD = 1.67$ ), wat betekent dat leerlingen in de conditie O gegokt hebben. Leerlingen in de conditie OI ( $M = -0.48$ ,  $SD = 2.32$ ) hebben minder vaak het goede antwoord gegeven dan verwacht. Leerlingen in de conditie OT scoren op de posttest ongeveer zoals verwacht werd ( $M = 0.07$ ,  $SD = 1.56$ ). Deze resultaten, waarbij leerlingen in de conditie O gokken en in de conditie OI minder vaak het goede antwoord geven dan verwacht, geldt ook voor 10- en 12-jarigen, meisjes en jongens en groep 7 en 8.

## Hoeveelheid experimenten

Het gemiddeld aantal experimenten dat leerlingen uitvoerden in de conditie OI ( $M = 14.66$ ,  $SD = 8.74$ ) is significant hoger dan het gemiddeld aantal experimenten van leerlingen in de conditie O ( $M = 9.91$ ,  $SD = 8.47$ ,  $p = 0.041$ ). Er is geen significant verschil gevonden in vergelijking met de hoeveelheid experimenten in de OT conditie ( $M = 11.24$ ,  $SD = 5.00$ ;  $p = 0.207$ ). Ook het aantal experimenten van de conditie OT verschilt niet significant van het aantal experimenten van de conditie O ( $p = 1.000$ ). Tien- en 11-jarigen en meisjes voerden (marginaal) significant meer experimenten uit in de conditie OI in vergelijking met conditie O (resp.  $p = 0.048$ ,  $p = 0.081$ ,  $p = 0.004$ ).

## Tijd

Er is een significant verschil in de tijd dat leerlingen bezig waren met het onderzoek:  $F(2, 95) = 5.41$ ,  $p = 0.006$ . Uit de gemiddelden blijkt dat leerlingen in de conditie OI (21.27 minuten) gemiddeld langer bezig waren in vergelijking met leerlingen in de conditie OT (17.12 minuten) én leerlingen in de conditie O (16.01 minuten) (resp.  $p = 0.028$ ,  $p = 0.010$ ). Er is geen significant verschil tussen de condities O en OT. Tienjarigen zijn het langste bezig in de conditie OI (25.24 minuten), gevolgd door de conditie O (16.45 minuten) en de conditie OT (15.35 minuten). Hierbij is een marginaal significant verschil gevonden ( $p = 0.071$ ). Er is zowel bij de meisjes als bij de jongens een significant verschil gevonden (resp.  $p = 0.035$ ,  $p = 0.037$ ). Bij beide groepen zijn leerlingen in de conditie OI (resp. 21.08 minuten en 21.50 minuten) het langste bezig. Deze tijd verschilt bij de meisjes significant met de conditie O (14.56



minuten) en bij de jongens verschilt deze significant met de conditie OT (15.32 minuten). Bij leerlingen in groep 7 is een marginaal significant gevonden ( $p = 0.054$ ), waarbij leerlingen in de conditie OI langer bezig waren dan in de condities O en OT.

### Self-efficacy

Uit de self-efficacy vragen blijkt dat er een significant verschil is in de voor- en nameting ( $p = 0.016$ ). Het verschil in self-efficacy bij leerlingen in de conditie OT is gemiddeld met 0.52 punt ( $SD = 0.91$ ) vooruitgegaan, in de conditie OI gemiddeld met 0.28 punt ( $SD = 0.65$ ) vooruitgegaan en in de conditie O is de self-efficacy gemiddeld met 0.06 punt ( $SD = 0.77$ ) achteruitgegaan. Het significante verschil komt naar voren tussen de condities OT en O ( $p = 0.012$ ). De self-efficacy is bij meisjes significant verschillend over de drie condities ( $p = 0.023$ ), waarbij de self-efficacy bij de conditie OT ( $M = 0.67$ ,  $SD = 1.03$ ) significant verschilt met de conditie O ( $M = -0.13$ ,  $SD = 0.72$ ). Bij leerlingen van groep 7 verschilt de conditie OT ( $M = 1.00$ ,  $SD = 1.12$ ) marginaal significant ten opzichte van de conditie O ( $M = 0.00$ ,  $SD = 0.43$ ;  $p = 0.063$ ).

## Conclusie

In dit onderzoek is er gekeken naar de effectiviteit van verschillende instructiemethoden. Daarbij zijn er verschillende hypothesen opgesteld. Voordat de onderzoeksvraag beantwoordt wordt, zal er eerst gekeken worden naar deze opgestelde hypothesen.

Bij de eerste hypothese werd er verwacht dat leerlingen in de conditie onderzoekend leren met instructie een hogere learning gain hebben dan leerlingen in de conditie onderzoekend leren. Uit het onderzoek blijkt dat er geen verschil is in learning gain bij onderzoekend leren met instructie en onderzoekend leren. Als er wordt gekeken naar de verwachte leerscore, is onderzoekend leren met instructie effectiever dan onderzoekend leren. Daarbij hebben leerlingen uit de onderzoekend leren met instructie conditie wel meer experimenten uitgevoerd en zijn de leerlingen in totaal langer bezig geweest in vergelijking met leerlingen uit de onderzoekend leren conditie. Tevens hebben leerlingen in de onderzoekend leren conditie gegokt. Wanneer men kijkt naar de learning gain bij verschillende leeftijden, blijkt dat bij 12-jarigen onderzoekend leren met instructie effectiever is dan onderzoekend leren. Ook hebben 10- en 12-jarigen en meisjes gemiddeld een hogere verwachte leerscore bij onderzoekend leren met instructie dan bij onderzoekend leren. Hypothese 1 wordt dus niet ondersteund.

Er werd bij de tweede hypothese verwacht dat leerlingen in de conditie onderzoekend leren met taakstructurering een hogere learning gain hebben dan leerlingen in de conditie onderzoekend leren met instructie. Er is echter geen verschil in learning gain gevonden tussen deze twee methoden. Hetzelfde geldt voor het verschil in de verwachte leerscore en in de hoeveelheid experimenten. Wel zijn leerlingen bij onderzoekend leren met instructie langer bezig dan leerlingen bij onderzoekend leren met taakstructurering. Als er wordt gekeken naar de learning gain bij verschillende leeftijden, blijkt dat bij 12-jarigen onderzoekend leren met instructie effectiever is dan onderzoekend leren met taakstructurering. Daarnaast zijn jongens bij onderzoekend leren met instructie langer bezig dan bij onderzoekend leren met taakstructurering. Hypothese 2 wordt dus niet ondersteund.

Er werd bij de derde hypothese verwacht dat leerlingen in de conditie onderzoekend leren met taakstructurering een hogere learning gain hebben dan leerlingen in de conditie onderzoekend leren. Uit de vergelijking tussen deze twee methoden blijkt dat er geen verschil is opgetreden in de learning gain. Wel hebben leerlingen in de onderzoekend leren met taakstructurering conditie gemiddeld een hogere verwachte leerscore dan leerlingen in de onderzoekend leren conditie. Verder is er geen verschil in de hoeveelheid experimenten en in de tijdsduur. Meisjes hebben bij onderzoekend leren met taakstructurering een hogere verwachte leerscore dan bij onderzoekend leren. Hypothese 3 wordt dus niet ondersteund.

Bij de vierde hypothese werd er verwacht dat leerlingen in de conditie onderzoekend leren een hogere self-efficacy hebben dan leerlingen in de conditie onderzoekend leren met instructie. Er is echter

geen verschil gevonden tussen de self-efficacy van de twee methoden. Hypothese 4 wordt niet ondersteund.

Bij de vijfde hypothese werd er verwacht dat leerlingen in de conditie onderzoekend leren een hogere self-efficacy hebben dan leerlingen in de conditie onderzoekend leren met taakstructurering. Het blijkt echter dat de self-efficacy bij onderzoekend leren met taakstructurering is toegenomen en hoger is dan bij onderzoekend leren. Dit is ook bij meisjes het geval. Hypothese 5 wordt niet ondersteund.

Bij de zesde hypothese werd er verwacht dat leerlingen in de conditie onderzoekend leren met instructie een hogere self-efficacy hebben dan leerlingen in de conditie onderzoekend leren met taakstructurering. Er is hier echter geen verschil in gevonden. Hypothese 6 wordt niet ondersteund.

Bij het beantwoorden van de onderzoeksvraag “Welke instructiemethode, te weten onderzoekend leren, onderzoekend leren met instructie of onderzoekend leren met taakstructurering, is het meest effectief bij leerlingen van groep 7/8?” blijkt dat er geen verschil is opgetreden wat betreft de learning gain. Maar wanneer er verder wordt gekeken blijkt dat onderzoekend leren met instructie het meest effectief werkt bij 12-jarigen. Ondanks dat er geen learning gain is, is duidelijk dat ondersteuning (instructie vooraf of taakstructurering) tot gevolg heeft dat er beter wordt geëxperimenteerd (verwachte leerscore) en leerlingen meer het gevoel krijgen dit soort taken in de toekomst beter aan te kunnen (self-efficacy). Wel kost het dan wat meer tijd. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de instructiemethode onderzoekend leren het minst effectief werkt.

## Discussie

In het onderzoek zijn een aantal beperkingen, waaronder de gokkans. Uit het onderzoek blijkt dat leerlingen hebben gegokt, met name bij de conditie onderzoekend leren. Dit is een mogelijke verklaring voor het feit dat er geen verschil in effectiviteit is gevonden en ook een verklaring voor de negatieve learning gains. Om uit te zoeken of de gokkans een grote invloed heeft gehad zou er verder onderzoek gedaan moeten worden. Ook het gebruik van de simulatie “Gong” tijdens de instructie (onderzoekend leren met instructie) is een beperking. De simulatie is namelijk ook gebruikt bij de leertaak. Er zijn geen antwoorden voorgezegd tijdens de instructie, er is alleen duidelijk gemaakt hoe er goed geëxperimenteerd moet worden. Toch zouden de leerlingen in deze conditie op deze manier een antwoord kunnen weten. Er had bij de instructie een andere simulatie gebruikt kunnen worden, alleen wordt er dan, naast de kennis, ook de transfer gemeten. Daarom is dezelfde simulatie gebruikt.

Er was nog weinig onderzoek gedaan naar onderzoekend leren met taakstructurering. Het huidige onderzoek heeft er voor gezorgd dat er nieuwe inzichten zijn verkregen omtrent deze methode, door deze nieuwe gemanipuleerde factor te introduceren. Zo blijkt dat leerlingen niet per se instructie moeten krijgen om beter te presteren, maar dat segmentatie door middel van deelvragen net zo effectief is als het geven van instructie en effectiever is dan onderzoekend leren. Daarbij komt dat leerlingen in de onderzoekend leren met instructie conditie langer bezig zijn met experimenteren dan bij de instructiemethode onderzoekend leren met taakstructurering. Dit betekent dus dat onderzoekend leren met taakstructurering het meest efficiënt werkt.

Een verklaring voor het feit dat onderzoekend leren met taakstructurering efficiënter is, is de soort onderzoeksvraag. Bij de methoden onderzoekend leren met instructie en onderzoekend leren is er namelijk één grote onderzoeksvraag over alle variabelen tegelijk. Daardoor kunnen leerlingen minder goed focussen op één variabele tegelijk (Klahr, Fay & Dunbar, 1993). Uit een heuristiek van Klahr et al. (1993) blijkt dat de aandacht van leerlingen wordt gericht op één onderdeel van een experiment of hypothese. Leerlingen kunnen dus één lange onderzoeksvraag niet aan. Op deze heuristiek speelt taakstructurering in, omdat bij deze methode de vragen per factor en één voor één worden gegeven. Dit vraagt ook minder cognitieve capaciteit van de leerlingen (Van Merriënboer, Kirschner & Kester, 2010). Daarbij komt dat de leerlingen bij één onderzoeksvraag vaak overweldigd worden door de lengte van de vraag en daardoor aan alle mogelijke opties van experimenten (Quintana et al., 2004). Het is daardoor voor hen niet duidelijk welke experimenten relevant en nuttig zijn (Quintana et al., 2004). Doordat de

vragen bij onderzoekend leren met taakstructurering een stuk korter zijn, wordt dit proces tegengegaan. Hierdoor zullen de leerlingen sneller duidelijk hebben welke experimenten er gedaan moeten worden om het juiste antwoord te verkrijgen en werkt taakstructurering dus efficiënt.

Het is daarom ook aan te bevelen aan scholen en andere leerinstanties om taakstructurering te gebruiken. Op deze manier zullen de leerdoelen zo snel en zo goed mogelijk worden bereikt. Echter kwam in dit onderzoek naar voren dat 12-jarigen het meest effectief leren bij onderzoekend leren met instructie. Bij deze leeftijd is het dus aan te raden deze methode te gebruiken. Daarnaast is het aan te raden aan docenten om van te voren uit te leggen wat de onderzoeksvraag betekent, hoe de leerlingen de data moeten interpreteren en wat voor soort conclusie de leerlingen moeten opschrijven. Er zat namelijk verschil tussen de verwachte leerscore en de posttestscore, omdat leerlingen niet goed weten hoe de conclusie opgeschreven moet worden en/of dat leerlingen niet goed data kunnen interpreteren. Als leerlingen dit beter begrijpen, zal de learning gain toenemen en zullen de leerlingen effectiever en efficiënter gaan leren.

Taakstructurering is een nieuwe methode die het meest efficiënt is bij leerlingen van groep 7 en 8. Omdat taakstructurering vele vormen kan aannemen qua hoeveelheid vragen, zal er meer wetenschappelijk onderzoek naar taakstructurering gedaan moeten worden. Dit om te zien in welke vorm taakstructurering het meest effectief en efficiënt toegepast kan worden. Ondanks dat er nog meer onderzoek moet komen naar taakstructurering, biedt deze methode veel mogelijkheden voor de toekomst.

## Nawoord

Er zijn verschillende mensen die ik wil bedanken voor hun inzet en hulp in deze periode. Als eerste wil ik Dr. Pascal Wilhelm bedanken voor zijn begeleiding. Hij heeft mij goede tips en feedback gegeven om goed op weg te kunnen gaan, zodat ik mijn bachelorthese succesvol heb kunnen afronden. Ook Dr. Hans van der Meij wil ik bedanken voor zijn feedback in de laatste fase van mijn thesis.

Mijn ouders wil ik graag bedanken voor hun steun en luisterend oor tijdens deze periode. Ook hebben jullie me goede tips gegeven en mij gemotiveerd om door te gaan. Jullie stonden altijd voor mij klaar. Evenals mijn zus en zwager.

Daarnaast wil ik mijn medestudente en vriendin Maaïke Otten bedanken voor haar hulp tijdens het uitvoeren van het onderzoek. Zonder haar was het uitvoeren van het onderzoek niet zo goed gelukt.

## Referentielijst

- Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., & Tenenbaum, H. R. (2011). Does discovery-based instruction enhance learning? *Journal of Educational Psychology*, *103*(1), 1-18. DOI 10.1037/a0021017
- Anderson, J. R., Corbett, A. T., Koedinger, K. R., & Pelletier, R. (1995). Cognitive tutors: Lessons learned. *The journal of the learning sciences*, *4*(2), 167-207. DOI 10.1207/s15327809jls0402\_2
- Baarda, D., De Goede, M., & Teunissen, J. (2000). Kwalitatief onderzoek. *Praktische handleiding voor het opzetten en uitvoeren van kwalitatief onderzoek*. Educatieve Partners Nederland nv, Houten.
- Banchi, H., & Bell, R. (2008). The Many Levels of Inquiry. *Science and Children*, *46*(2), 26-29. DOI 2200/20081011211237240T
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological review*, *84*(2), 191-215.
- Bandura, A. (1993). Perceived Self-Efficacy in Cognitive Development and Functioning. *Educational Psychologist*, *28*(2), 117-148. DOI: 10.1207/s15326985ep2802\_3
- Bandura, A. (2006). Guide for constructing self-efficacy scales. In F. Pajares, T.C. Urdan (Red.), *Self-efficacy Beliefs of Adolescents*. 307-337. Charlotte, North Carolina: Information Age Publishing.
- Chen, Z., & Klahr, D. (1999). All other things being equal: Acquisition and transfer of the control of variables strategy. *Child development*, *70*(5), 1098-1120.
- Dean, D., Jr., & Kuhn, D. (2007). Direct Instruction vs. Discovery: The Long View. *Science Education*, *91*(3), 384-397. DOI 10.1002/sce
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, *82*(3), 300-329. DOI 10.3102/0034654312457206
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, *42*(2), 99-107. DOI 10.1080/00461520701263368
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why Minimal Guidance during Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, *41*(2), 75-86. DOI 10.1207/s15326985ep4102\_1
- Klahr, D. (2002). *Exploring science: The cognition and development of discovery processes*: MIT press.
- Klahr, D., & Carver, S. M. (1988). Cognitive objectives in a LOGO debugging curriculum: Instruction, learning, and transfer. *Cognitive Psychology*, *20*(3), 362-404. DOI 10.1016/0010-0285(88)90004-7
- Klahr, D., & Dunbar, K. (1988). Dual space search during scientific reasoning. *Cognitive science*, *12*(1), 1-48.
- Klahr, D., Fay, A. L., & Dunbar, K. (1993). Heuristics for scientific experimentation: A developmental study. *Cognitive psychology*, *25*(1), 111-146. DOI 10.1006/cogp.1993.1003

- Klahr, D., & Nigam, M. (2004). The equivalence of learning paths in early science instruction effects of direct instruction and discovery learning. *Psychological Science*, *15*(10), 661-667. DOI 10.1111/j.0956-7976.2004.00737.x
- Kuhn, D. (2007). Is Direct Instruction an Answer to the Right Question? *Educational Psychologist*, *42*(2), 109-113. DOI 10.1080/00461520701263376
- 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: An International Journal of the Learning Sciences*, *41*(3), 621-634. DOI 10.1007/s11251-012-9248-z
- Mayer, R. E. (2004). Should There Be a Three-Strikes Rule against Pure Discovery Learning? *American Psychologist*, *59*(1), 14-19. DOI 10.1037/0003-066X.59.1.14
- Mayer, R. E. (2008). *Learning and instruction* (2nd ed.). Pearson Education: New Jersey
- Oostdam, R., Peetsma, T., & Blok, H. (2007). *Het nieuwe leren in basisonderwijs en voortgezet onderwijs nader beschouwd: een verkenningsnotitie voor het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap*. SCO-Kohnstamm Instituut: Amsterdam.
- Peeters, M. & Van Baren-Nawrocka, J. (2014). Hoe begeleid je leerlingen bij hun eigen onderzoek? *JSW*, 18-21
- Quintana, C., Reiser, B. J., Davis, E. A., Krajcik, J., Fretz, E., Duncan, R. G., . . . Soloway, E. (2004). A scaffolding design framework for software to support science inquiry. *The journal of the learning sciences*, *13*(3), 337-386. DOI 10.1207/s15327809jls1303\_4
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary educational psychology*, *25*(1), 54-67. DOI 10.1006/ceps.1999.1020
- Van Merriënboer, J. J., Kirschner, P. A., & Kester, L. (2003). Taking the load off a learner's mind: Instructional design for complex learning. *Educational psychologist*, *38*(1), 5-13. DOI 10.1207/S15326985EP3801\_2
- Veenman, S. (2001). Directe instructie, paper ten behoeve van de cursus Instructievaardigheden. *KU Nijmegen, sectie Onderwijs en Educatie*. Retrieved from [www.daltondeventer.nl/ogw](http://www.daltondeventer.nl/ogw)
- Verloop, N., & Lowyck, J. (2009). *Onderwijskunde: een kennisbasis voor professionals*: Wolters-Noordhoff: Groningen/Houten
- Wilson, C. D., Taylor, J. A., Kowalski, S. M., & Carlson, J., (2009). The Relative Effects of Inquiry-Based and Commonplace Science Teaching on Students' Knowledge, Reasoning and Argumentation about Sleep Concepts: A Randomized Control Trial. *Journal of Research in Science Teaching*, *47*(3). 276-301. DOI 10.1002/tea.20329
- Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, *27*(2), 172-223. DOI 10.1016/j.dr.2006.12.001

## Bijlagen

### Bijlage 1: CVS-toets

Lees de vragen goed door en kijk daarbij naar de plaatjes.

Hieronder staat een voorbeeldvraag.

De vragen zullen op dezelfde manier gaan als de voorbeeldvraag.

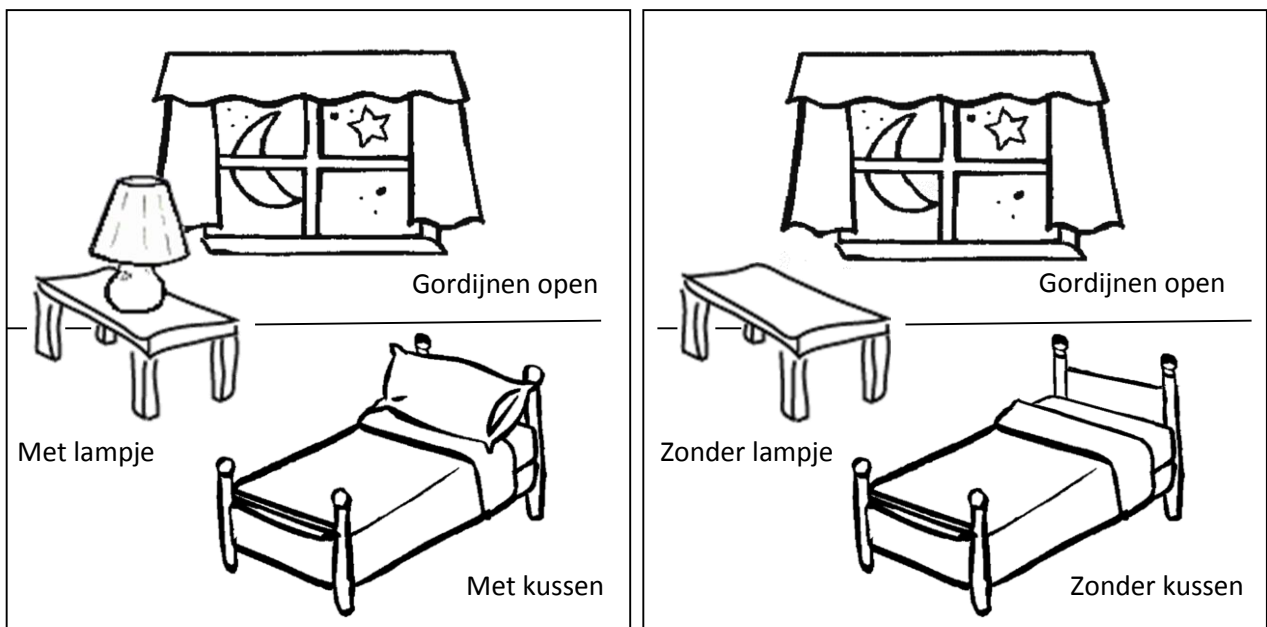
Laat duidelijk zien wat je antwoord is door het juiste antwoord te omcirkelen.

### Voorbeeld

Henk kan soms niet goed slapen.

Hij wil weten of dat komt door zijn kussen.

In de plaatjes zie je hoe hij dat heeft onderzocht.



Is dit een goede test? Weet Henk straks zeker of zijn kussen iets uitmaakt voor hoe goed hij slaapt?  
Omcirkel het goede antwoord:

**JA**, dit is een goede test

**NEE**, dit is een slechte test

Is jouw antwoord NEE? Verander dan de plaatjes om er een goede test van te maken.

Voornaam & achternaam: .....

Leeftijd: .....

Jongen / Meisje: .....

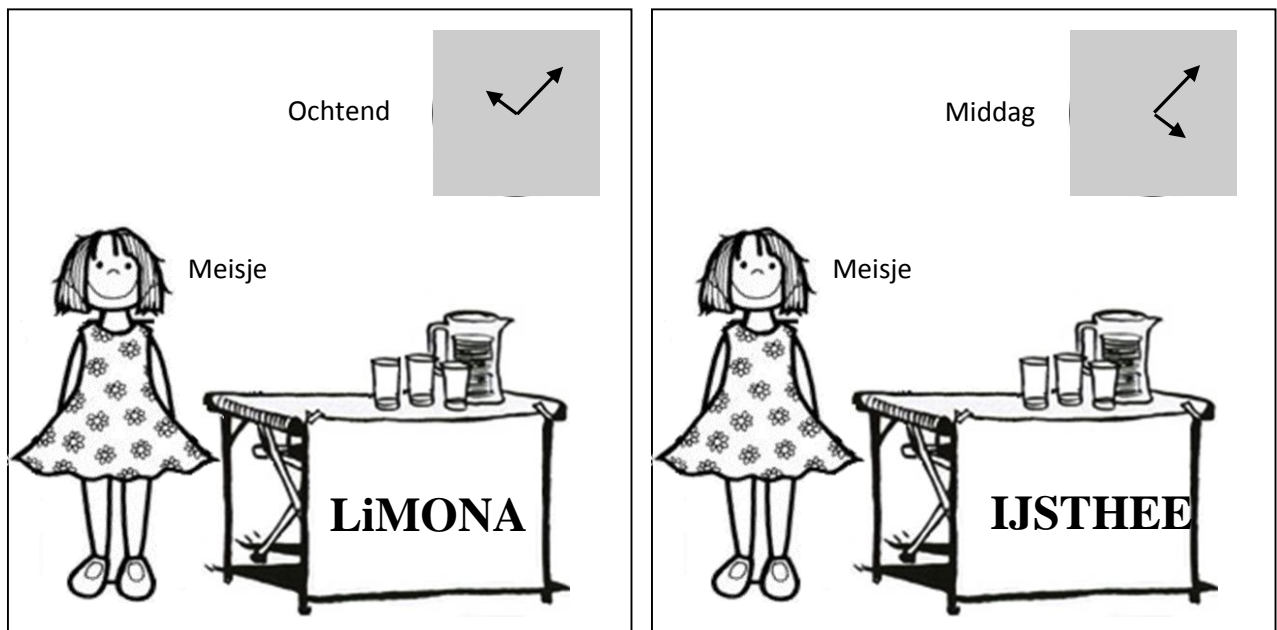
## Vraag 1

Meneer Mulder verkoopt drankjes.

Maar hij verkoopt niet altijd even veel.

Meneer Mulder wil weten of dat komt door het moment van de dag (ochtend of middag)

In de plaatjes zie je hoe hij dat heeft getest.



Is dit een goede test? Weet meneer Mulder straks zeker of het moment van de dag iets uitmaakt voor hoeveel drankjes er worden verkocht? Omcirkel het goede antwoord:

**JA**, dit is een goede test

**NEE**, dit is een slechte test

Is jouw antwoord NEE? Verander dan de plaatjes om er een goede test van te maken.

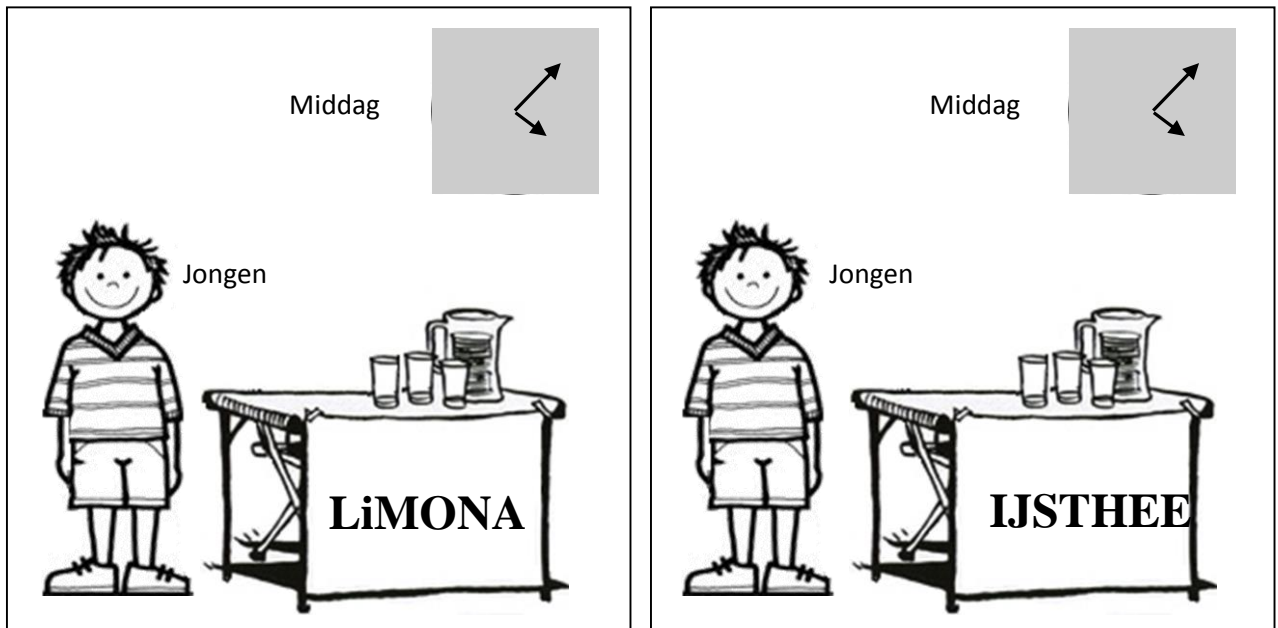
## Vraag 2

Meneer Mulder verkoopt drankjes.

Maar hij verkoopt niet altijd even veel.

Meneer Mulder wil weten of dat komt door het soort drankje (limonade of ijsthee).

In de plaatjes zie je hoe hij dat heeft getest.



Is dit een goede test? Weet meneer Mulder straks zeker of het soort drankje iets uitmaakt voor hoeveel drankjes er worden verkocht? Omcirkel het goede antwoord:

**JA**, dit is een goede test

**NEE**, dit is een slechte test

Is jouw antwoord NEE? Verander dan de plaatjes om er een goede test van te maken.



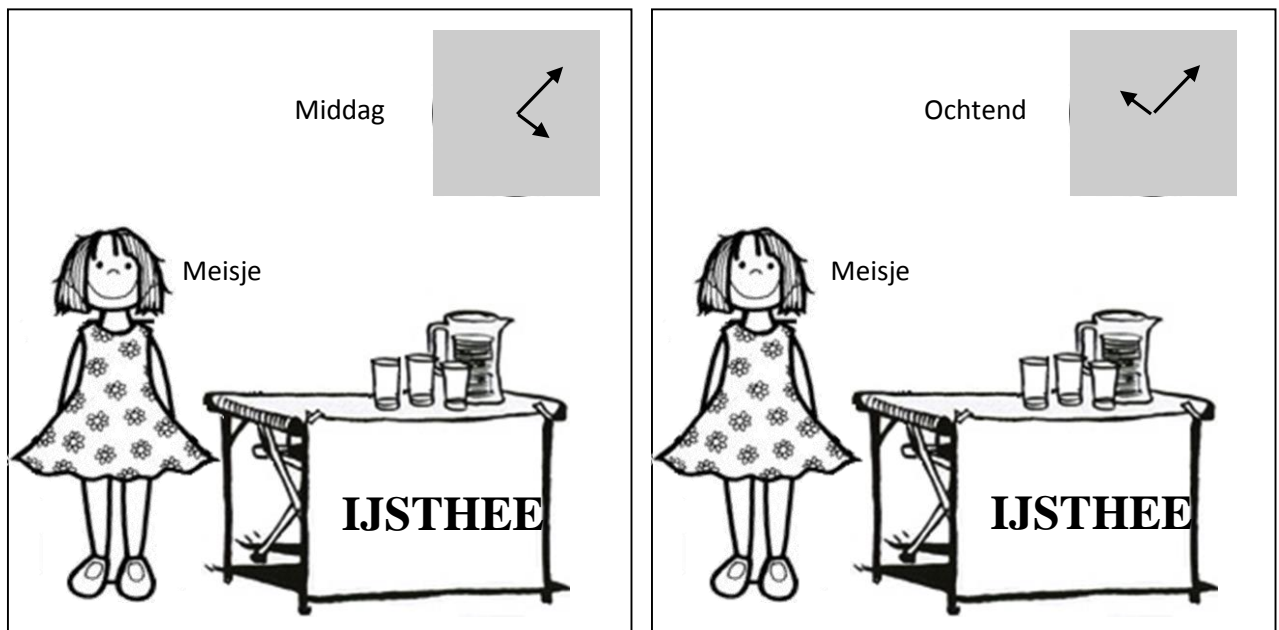
### Vraag 3

Meneer Mulder verkoopt drankjes.

Maar hij verkoopt niet altijd even veel.

Meneer Mulder wil weten of dat komt door de verkoper (jongen of meisje).

In de plaatjes zie je hoe hij dat heeft getest.



Is dit een goede test? Weet meneer Mulder straks zeker of de verkoper iets uitmaakt voor hoeveel drankjes er worden verkocht? Omcirkel het goede antwoord:

**JA**, dit is een goede test

**NEE**, dit is een slechte test

Is jouw antwoord NEE? Verander dan de plaatjes om er een goede test van te maken.

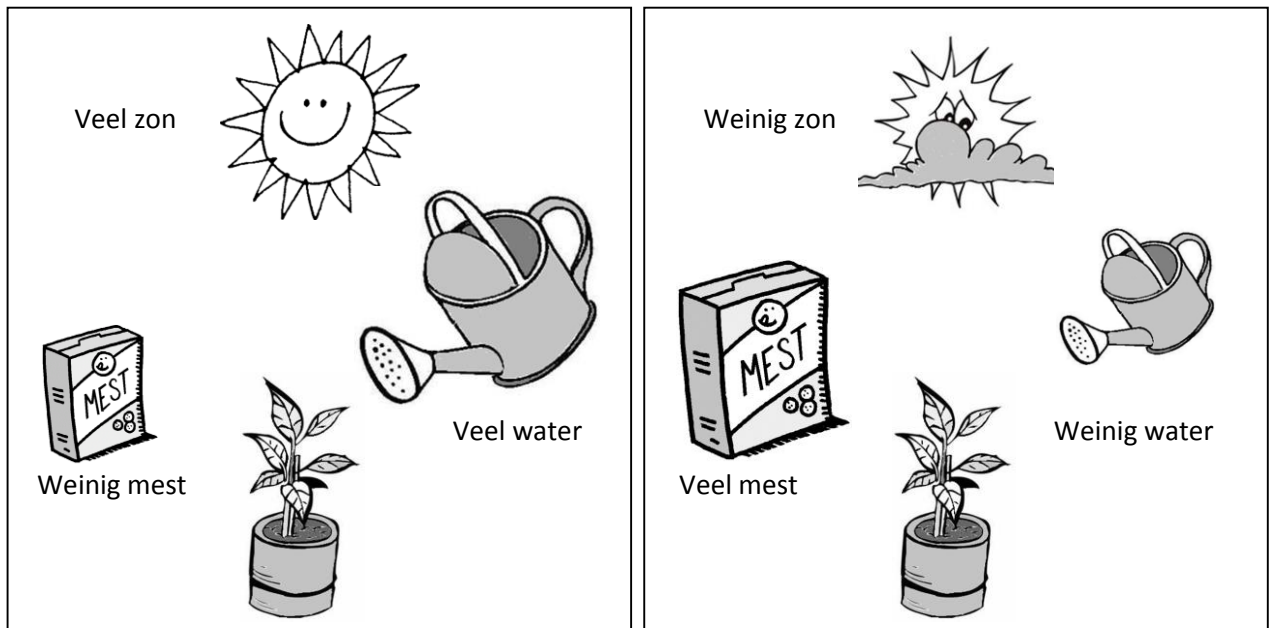
## Vraag 4

Mieke heeft veel planten.

Maar die groeien niet altijd even goed.

Mieke wil weten of dat komt door de hoeveelheid zonlicht.

In de plaatjes zie je hoe zij dat heeft getest.



Is dit een goede test? Weet Mieke straks zeker of de hoeveelheid zonlicht iets uitmaakt voor de groei van het plantje? Omcirkel het goede antwoord:

**JA**, dit is een goede test

**NEE**, dit is een slechte test

Is jouw antwoord NEE? Verander dan de plaatjes om er een goede test van te maken.

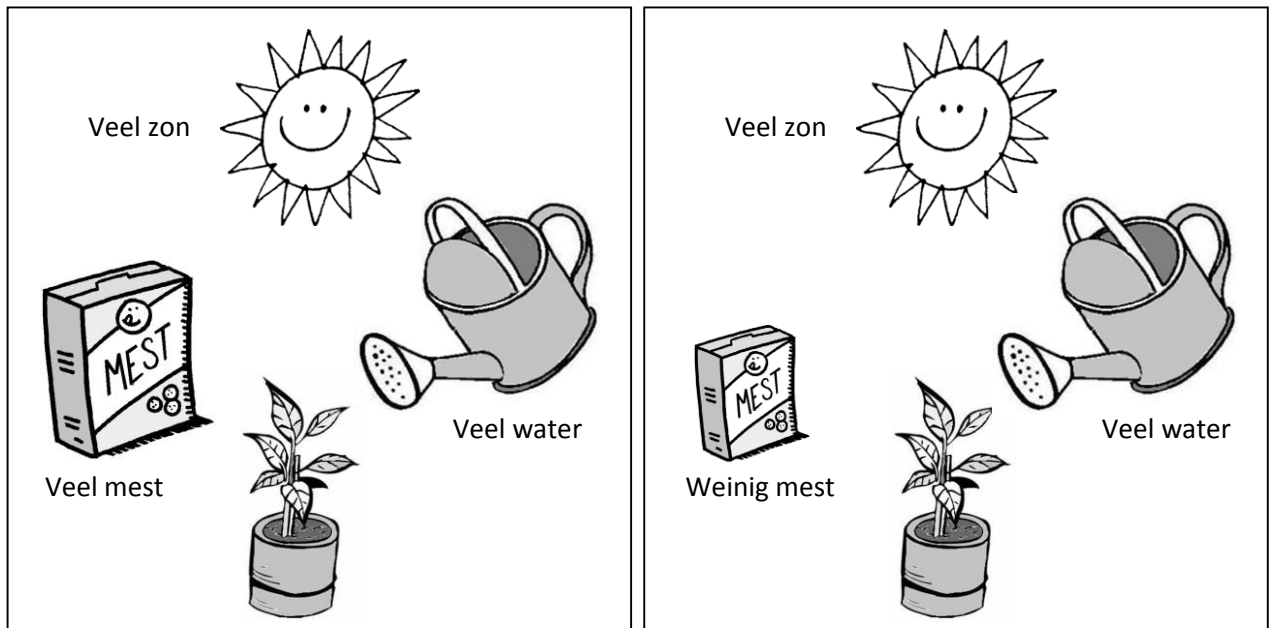
## Vraag 5

Mieke heeft veel planten.

Maar die groeien niet altijd even goed.

Mieke wil weten of dat komt door **de hoeveelheid mest**.

In de plaatjes zie je hoe zij dat heeft getest.



Is dit een goede test? Weet Mieke straks zeker of **de hoeveelheid mest** iets uitmaakt voor de groei van het plantje? Omcirkel het goede antwoord:

**JA**, dit is een goede test

**NEE**, dit is een slechte test

Is jouw antwoord NEE? Verander dan de plaatjes om er een goede test van te maken.

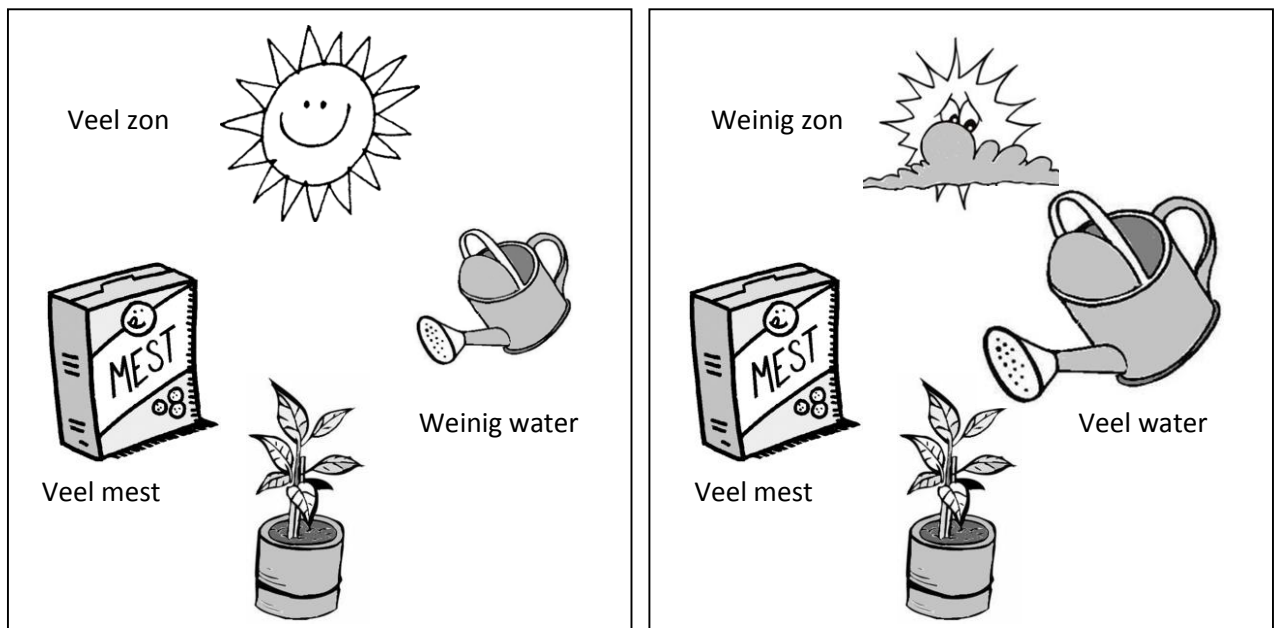
## Vraag 6

Mieke heeft veel planten.

Maar die groeien niet altijd even goed.

Mieke wil weten of dat komt door de hoeveelheid water.

In de plaatjes zie je hoe zij dat heeft getest.



Is dit een goede test? Weet Mieke straks zeker of de hoeveelheid water iets uitmaakt voor de groei van het plantje? Omcirkel het goede antwoord:

**JA**, dit is een goede test

**NEE**, dit is een slechte test

Is jouw antwoord NEE? Verander dan de plaatjes om er een goede test van te maken.

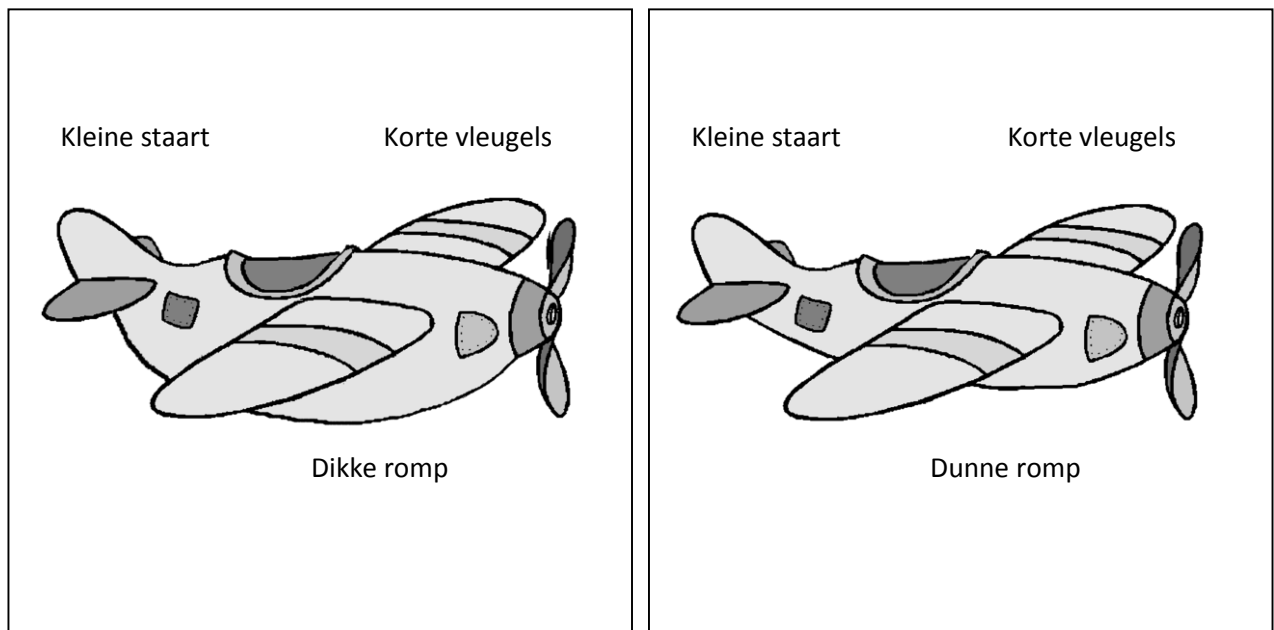
## Vraag 7

Peter maakt vliegtuigjes.

Maar die vliegen niet altijd even snel.

Peter wil weten of dat komt door de vorm van de romp.

In de plaatjes zie je hoe hij dat heeft getest.



Is dit een goede test? Weet Peter straks zeker of de vorm van de romp iets uitmaakt voor de snelheid van het vliegtuigje? Omcirkel het goede antwoord:

**JA**, dit is een goede test

**NEE**, dit is een slechte test

Is jouw antwoord NEE? Verander dan de plaatjes om er een goede test van te maken.

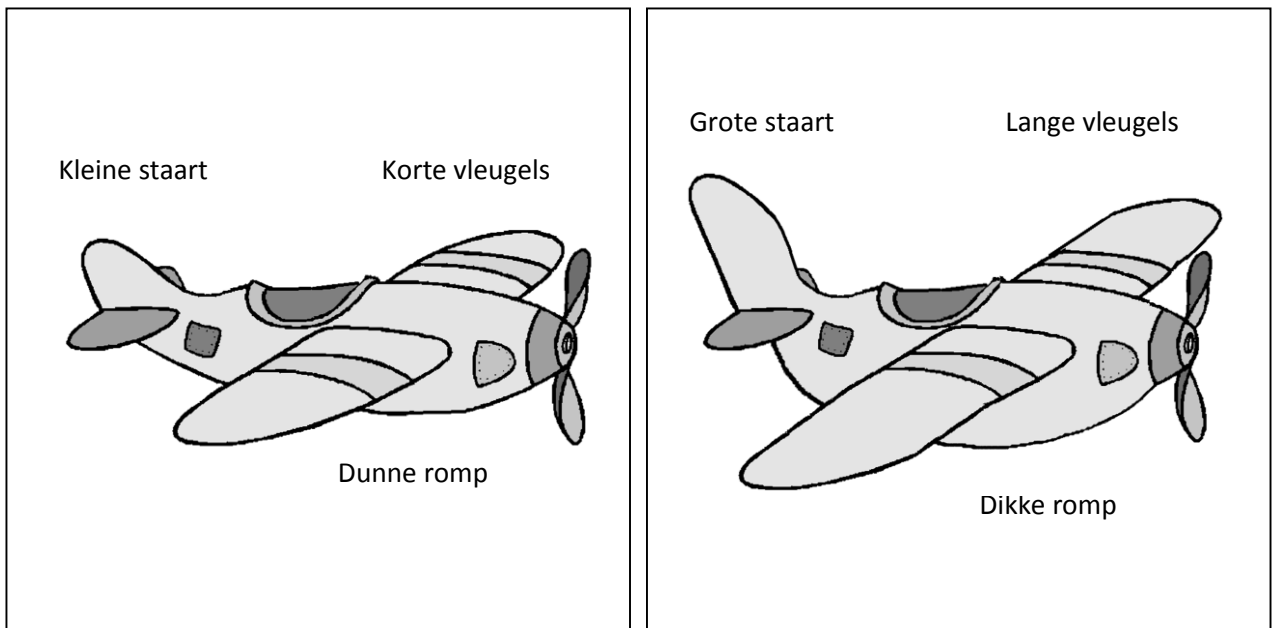
## Vraag 8

Peter maakt vliegtuigjes.

Maar die vliegen niet altijd even snel.

Peter wil weten of dat komt door de lengte van de vleugels.

In de plaatjes zie je hoe hij dat heeft getest.



Is dit een goede test? Weet Peter straks zeker of de lengte van de vleugels iets uitmaakt voor de snelheid van het vliegtuigje? Omcirkel het goede antwoord:

**JA**, dit is een goede test

**NEE**, dit is een slechte test

Is jouw antwoord NEE? Verander dan de plaatjes om er een goede test van te maken.

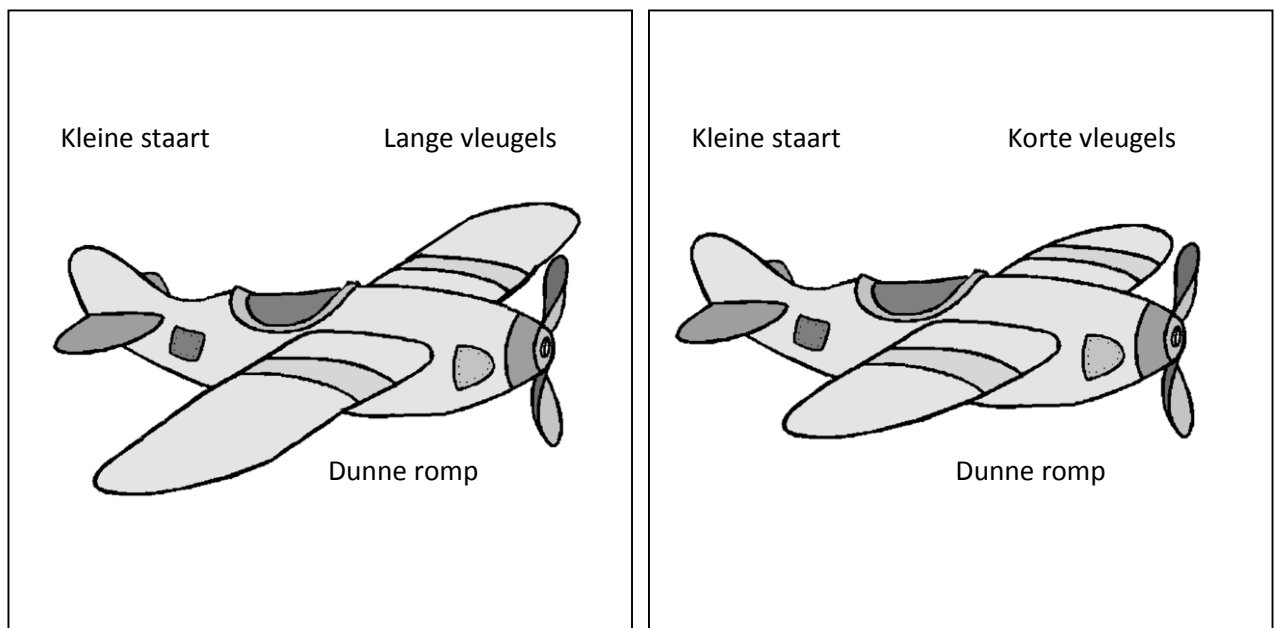
## Vraag 9

Peter maakt vliegtuigjes.

Maar die vliegen niet altijd even snel.

Peter wil weten of dat komt door de lengte van de staart.

In de plaatjes zie je hoe hij dat heeft getest.



Is dit een goede test? Weet Peter straks zeker of de lengte van de staart iets uitmaakt voor de snelheid van het vliegtuigje? Omcirkel het goede antwoord:

**JA**, dit is een goede test

**NEE**, dit is een slechte test

Is jouw antwoord NEE? Verander dan de plaatjes om er een goede test van te maken.

## Bijlage 2: Rubric CVS-toets

Tabel 5:  
Rubric CVS-toets

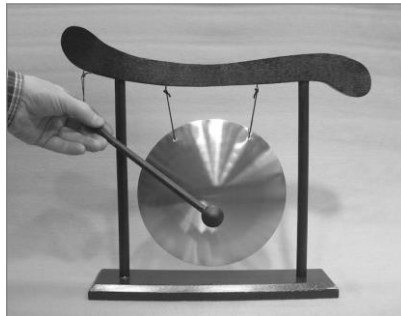
<b>Item</b>	<b>Antwoord</b>	<b>Veranderen</b>
<b>1</b>	Nee - 0,5 punt Ja - 0 punten	- Drankje gelijk (0,5 punt i.c.m. nee)
<b>2</b>	Ja - 1 punt Nee - 0 punten	N.V.T.
<b>3</b>	Nee - 0,5 punt Ja - 0 punten	- Geslacht moet verschillend zijn - Tijdstip van de dag gelijk (0,5 punt i.c.m. nee)
<b>4</b>	Nee - 0,5 punt Ja - 0 punten	- Hoeveelheid mest gelijk - Hoeveelheid water gelijk (0,5 punt i.c.m. nee)
<b>5</b>	Ja - 1 punt Nee - 0 punten	N.V.T.
<b>6</b>	Nee - 0,5 punt Ja - 0 punt	- Hoeveelheid zonlicht gelijk (0,5 punt i.c.m. nee)
<b>7</b>	Ja - 1 punt Nee - 0 punten	N.V.T.
<b>8</b>	Nee - 0,5 punt Ja - 0 punten	- Vorm van romp gelijk - Lengte van de staart gelijk (0,5 punt i.c.m. nee)
<b>9</b>	Nee - 0,5 punt Ja - 0 punten	- Lengte vleugels moet gelijk zijn - Lengte staart moet verschillend zijn (0,5 punt i.c.m. nee)



### Bijlage 3: Voorkennistoets

Voornaam & achternaam: .....
Leeftijd: .....
Jongen / Meisje: .....

Je staat in een lange gang. In die gang staat een grote gong. Als ik 1 keer op de gong sla, maakt hij geluid. Je hoort dan “boing”. Je kunt dit geluid nog een paar seconden horen. Dat heet de echo. Soms duurt de echo heel lang, soms heel kort. Hoe zou dat komen? Daarover gaat deze test.



**Kruis aan welke dingen iets uitmaken voor hoe lang je de echo kunt horen.**

**Let op.** Er kunnen meer goede antwoorden zijn. Dus als jij denkt dat 2 of 3 of misschien wel 4 dingen iets uitmaken, dan kan dat!

**Let op.** Als je per ongeluk het verkeerde antwoord hebt aangekruist, zet dan een pijltje voor het juiste antwoord.

#### Vraag 1

Maakt het uit of de gong een hoog of een laag geluid maakt?

**Nee**, dat maakt niet uit voor hoe lang je de echo kunt horen

→ Ga door met vraag 2

**Ja**, dat maakt wel uit voor hoe lang je de echo kunt horen

→ Omcirkel het goede woord:

Bij een hoge toon hoor je de echo **langer / korter** dan bij een lage toon

## Vraag 2

Maakt het uit of de gong voor of achter jou staat?

- Nee**, dat maakt niet uit voor hoe lang je de echo kunt horen

→ *Ga door met vraag 3*

- Ja**, dat maakt wel uit voor hoe lang je de echo kunt horen

→ *Omcirkel het goede woord:*

Als de gong voor je staat, hoor je de echo **langer / korter** dan als de gong achter je staat

## Vraag 3

Maakt het uit of jij dichtbij staat of veraf?

- Nee**, dat maakt niet uit voor hoe lang je de echo kunt horen

→ *Ga door met vraag 4*

- Ja**, dat maakt wel uit voor hoe lang je de echo kunt horen

→ *Omcirkel het goede woord:*

Als de gong ver weg staat, hoor je de echo **langer / korter** dan als de gong dichtbij staat

## Vraag 4

Maakt het uit of de gang leeg is of vol met spulletjes staat?

- Nee**, dat maakt niet uit voor hoe lang je de echo kunt horen

→ *Je bent klaar met de test*

- Ja**, dat maakt wel uit voor hoe lang je de echo kunt horen

→ *Omcirkel het goede woord:*

Als de gang leeg is, hoor je de echo **langer / korter** dan als de gang vol is

## Bijlage 4: Rubric voorkennistoets

Tabel 6:  
Rubric voorkennistoets

<b>Item</b>	<b>1<sup>e</sup> deel antwoord</b>	<b>2<sup>e</sup> deel antwoord</b>
<b>Toonhoogte</b>	Ja – 0,5 punt Nee – 0 punten	Langer – 0,5 punt i.c.m. ja Korter – 0 punten
<b>Plaats van de gong</b>	Nee – 1 punt Ja – 0 punten	N.V.T.
<b>Afstand tot de gong</b>	Ja – 0,5 punt Nee – 0 punten	Korter – 0,5 punt i.c.m. ja Langer – 0 punten
<b>Inrichting van de gang</b>	Ja – 0,5 punt Nee – 0 punten	Langer – 0,5 punt i.c.m. ja Korter – 0 punten

## Bijlage 5: Rubric onderzoek met simulatie

Tabel 7:

Rubric onderzoek met simulatie

Item	Goed (1 punt)	Gedeeltelijk goed (0,5 punt)	Fout (0 punten)
<b>Toonhoogte</b>	Hoe hoger de toonhoogte, hoe langer/beter je de gong hoort	Hogere toonhoogte heeft meer seconden	Hoe hoger de toonhoogte, hoe korter je de gong hoort
	Hoe lager de toonhoogte, hoe korter/minder goed je de gong hoort	Lagere toonhoogte heeft meer seconden	Hoe lager de toonhoogte, hoe langer je de gong hoort  Niet over genoemd  Alleen seconden vermelden zonder enige uitleg over bijv. meer of minder
<b>Afstand</b>	Hoe dichterbij je staat, hoe langer je de gong hoort	Dichtbij heeft meer seconden dan midden en veraf	Hoe dichterbij je staat, hoe korter je de gong hoort
	Als je verder af staat hoor je de gong korter	Midden en veraf hebben minder seconden dan dichtbij	Hoe verder je staat, hoe langer je de gong hoort  Niet over genoemd  Alleen seconden vermelden zonder enige uitleg over bijv. meer of minder
<b>Kijkrichting</b>	De kijkrichting maakt niets uit (in hoelang je de gong hoort)	Links en rechts hebben evenveel seconden	Naar links kijken hoor je de gong korter/langer
	Het maakt niets uit (wel duidelijk dat het over kijkrichting gaat)		Naar rechts kijken hoor je de gong korter/langer  Niet over genoemd  Alleen seconden neerzetten zonder uitleg over bijv. evenveel
<b>Inrichting van de gang</b>	Bij een lege gang hoor je de gong langer	Bij een lege gang zijn er meer seconden dan bij een volle gang	Bij een volle gang hoor je de gong langer
	Bij een volle gang hoor je de gong korter	Bij een volle gang zijn er minder seconden dan bij een lege gang	Bij een lege gang hoor je de gong korter  Niet over genoemd Alleen seconden neerzetten zonder uitleg over bijv. meer of minder

## Bijlage 6: Teacher script

Ik ga jullie vandaag iets leren over experimenteren. Ik ga proberen om jullie daar iets over te leren zodat jullie dat zometeen heel goed kunnen.

We gaan dit doen met een programma op de computer waar jullie zometeen in de klas ook mee gaan werken. Ik laat het jullie alvast op de laptop zien. Het gaat om het geluid dat een gong maakt. Ik zal het programma even openen en dan kunnen jullie zien hoe het eruit ziet.

Zoals jullie zien staat er: ‘welke invloed hebben de toonhoogte, de plaats waar jij staat, de kant waarnaar jij kijkt en de inrichting van de gang op de tijd dat je de gong kunt horen?’ Dit is de vraag waar we antwoord op willen hebben. Hoe lang je de gong zal horen, zal van een aantal dingen afhangen. Zoals je in de vraag kunt zien, zijn er 4 dingen waar het van af kan hangen. Dit zijn de toonhoogte, de plaats, de kant waarnaar je kijkt en de inrichting van de gang. (*per factor laten zien hoe je ze kunt instellen, zie hieronder*)

1. Ten eerste kan ik de toonhoogte op drie standen instellen. De toonhoogte kan hoog zijn (*laten zien*), in het midden zijn (*laten zien*) en de toonhoogte kan laag zijn (*laten zien*).
2. Ten tweede kan ik op drie verschillende plekken gaan staan. Ik kan dichtbij staan (*laten zien*), ik kan in het midden staan (*laten zien*) en ik kan veraf staan (*laten zien*). Zoals jullie zien staat dat er ook bij.
3. Ten derde kan ik twee verschillende kanten op kijken. Ik kan naar links kijken (*laten zien*) en ik naar rechts kijken (*laten zien*).
4. Als laatste kan de gang ook nog ingericht worden. Zo kan deze leeg zijn (*laten zien*) of vol zijn (*laten zien*).

Vandaag gaan we proberen te achterhalen hoe deze vier dingen van invloed zijn op hoelang je de gong kunt horen. De gong hoor je namelijk in het ene geval langer dan in het andere geval. Met dit programma kunnen we bepalen of die dingen wat uitmaken voor hoe lang je de gong hoort. De tijd hoelang je een gong hoort staat bovenaan achter “tijd”.

Laten we beginnen met een voorbeeld, stel dat ik wil weten of **inrichting van de gang** uitmaakt voor hoelang ik de gong hoor. Ik voer de volgende twee proefjes uit:

- Toonhoogte hoog / **plek dichtbij** / kijk links / **lege gang**
- Toonhoogte hoog / **plek veraf** / kijk links / **volle gang**

Kan ik nu met zekerheid zeggen dat het aan de inrichting van de gang ligt hoelang ik de gong hoor? Is dit een goede test om erachter te komen of het aan de inrichting van de gang ligt? (*aan de klas vragen*)  
Discussie..

*Antwoord: Nee, naast de inrichting van de gang is de plaats ook veranderd  
Later ingaan op hoe het wel had gemoeten!!*

Jullie zien dus dat het vorige proefje niet juist was. Ik probeer jullie nu uit te leggen hoe jullie goede proefjes kunnen uitvoeren.

Als je een proefje wilt uitvoeren, moet je eerst bepalen waar je iets over wilt weten. Dit is het **onderwerp of de vraag**. We wilden nu bijvoorbeeld wat weten over de inrichting van de gang. Je wilde weten of het aan de inrichting van de gang ligt hoelang je de gong hoort. Het is belangrijk om te weten dat je vraag telkens maar over 1 ding mag gaan, je kunt dus niet tegelijkertijd wat te weten te komen over de plaats waar je staat en de ganginrichting. Je moet telkens één ding kiezen, vragen die over 2 of meer dingen gaan zijn niet goed.

Nadat je hebt bepaald wat belangrijk is, en het onderwerp dus bekend is, ga jij kiezen uit verschillende keuzemogelijkheden. Je kunt in het voorbeeld kiezen voor een lege of een volle gang.

Als je dat allebei hebt gedaan, ga je voor de **overige dingetjes** ook een keuze maken, anders kan je het proefje niet doen. In het voorbeeld moet je kiezen of de toonhoogte hoog, midden of laag is.

En je moet voor de plek wat kiezen, of je dichtbij, in het midden of veraf staat. En je moet kiezen naar welke kant je kijkt: links of rechts. Deze overige dingen moet je bij de proefjes die je wilt vergelijken altijd hetzelfde houden.

Als je deze 3 stappen hebt gedaan, dus onderwerp en overige dingetjes, kun je het proefje uitvoeren door op start te drukken. Nadat je één zo'n proefje hebt gedaan, kan je nog niks zeggen over de inrichting van de gang, omdat je het nergens mee kan vergelijken. Je moet dus nog een proefje uitvoeren. Nou komt iets heel belangrijks, dus jullie moeten goed opletten. Bij het tweede proefje, mag alleen de keuze veranderen van het ding wat je onderwerp was, de inrichting van de gang dus, de overige dingetjes moeten allemaal hetzelfde blijven. **Goed onthouden dus dat als je proefjes doet om ze met elkaar te vergelijken, je alleen de waarde mag veranderen van het onderwerp (wat je interesseert) en de overige dingetjes MOET je constant houden.**

Kunnen jullie het tot zover begrijpen? (*anders ingaan op vragen van de klas*)

Dan zullen we nu gaan oefenen met wat ik jullie net geleerd hebt.

We zullen eerst nog even verder gaan op de inrichting van de gang.

Jullie weten dus nu als het goed is, hoe we het voorgaande proefje kunnen verbeteren.

Nogmaals, het proefje was:

- Toonhoogte hoog / **plek dichtbij** / kijk links / **lege gang**
- Toonhoogte hoog / **plek veraf** / kijk links / **volle gang**

Hoe moeten we dit nu verbeteren? (*klas laten reageren, weten ze het niet, nogmaals uitleggen; weten ze het wel: herhalen*)

Juist, we moeten de plek waar je staat hetzelfde houden.

1. Het eerste proefje zal dus zijn dat je een lege gang hebt, met de toonhoogte hoog, de plek dichtbij en je kijkt naar links.
2. Het tweede proefje zal zijn dat je een volle gang hebt, omdat dit het onderwerp is waar we wat over willen weten. Zoals net uitgelegd moet je de overige dingen hetzelfde houden, anders is het niet goed. Dus ook hier kiezen we voor toonhoogte hoog, de plek dichtbij en de kijkrichting links

Zien jullie nu het verschil met het eerste proefje? In deze tweede situatie heb je één ding veranderd en de overige dingen gelijk gehouden. Daardoor kun je met zekerheid zeggen of de inrichting van de gang invloed heeft op hoelang je de gong hoort.

Snappen jullie wat de bedoeling is van proefjes doen?

Wat jullie nu hebben geleerd, moeten jullie zometeen zelf toepassen met de gong. Ik zal zometeen een uitleg geven aan iedereen, zodat jullie weten wat jullie moeten doen. Zijn er nog vragen over het doen van proefjes?

**Tussendoor op vragen ingaan.**