

Het ontdekken van interacties tijdens onderzoekend leren.

Elke Kosse, s1031589

Faculteit Gedragswetenschappen, Psychologie, Instructie Leren en Ontwikkeling

Eerste Begeleider: Pascal Wilhelm

Tweede Begeleider: Bas Kollöffel

Universiteit Twente

Enschede, 28 augustus 2012

Samenvatting

Bij onderzoekend leren voeren leerlingen experimenten uit om erachter te komen wat de effecten van onafhankelijke variabelen zijn op één of meerdere afhankelijke variabelen. In inquiry leertaken kunnen onafhankelijke variabelen voorkomen die een hoofdeffect hebben, die geen effect hebben en die een interactie effect hebben op de afhankelijke variabelen. Deze interactie wordt vaak als lastig beschouwd om te ontdekken. Het doel van dit onderzoek was om te onderzoeken of een analogie ervoor kan zorgen dat leerlingen beter interacties kunnen ontdekken tijdens onderzoekend leren. Er werd een analogie in de vorm van een verhaal ontwikkeld met dezelfde onderliggende variabelenstructuur als in een tweetal inquiry leertaken. Het onderzoek zelf bestond uit twee condities: een analogie en een controle conditie waarbinnen de volgorde van de twee taken was gecounterbalanced. Voorafgaand aan het onderzoek werd aan de hand van een pretest die een beroep deed op begrip van de interactie in het balansprobleem (Siegler, 1976) onderzocht of de verschillende groepen vergelijkbaar waren. Uit het onderzoek kwam naar voren dat de ene analogie groep significant beter was in het ontdekken van een interactie dan de andere analogie groep. Doordat er een verschil is tussen de twee groepen in de analogie conditie mag er nog niet geconcludeerd worden dat een analogie helpt bij het ontdekken van een interactie in onderzoekend leren. Dit verschil kan mogelijk verklaard worden doordat de analogie conditie die geen interactie heeft ontdekt minder gemotiveerd was in het lezen van de analogie. Verder heeft de analogie groep die de interactie niet heeft ontdekt als tweede de plantengroei taak gemaakt en het is mogelijk dat het effect van de analogie in de tussentijd is uitgedoofd.

Abstract

During inquiry learning students need to perform experiments in order to discover the effects of independent variables on one or more dependent variables. The effect of an independent variable could be a main effect, an irrelevant effect or an interaction effect between two independent variables. This interaction effect is commonly found hard to observe. The main goal of this research was to find out if an analogy can be a tool to get a better understanding of interactions during inquiry learning among students. An analogy in the appearance of a story was developed, which had the same underlying variable structure as a number of inquiry learning tasks used in this research. This research is built on two conditions: an analogy condition and a control condition. The two inquiry learning tasks were counterbalanced in these two conditions, so there were four groups. Prior to the research, the students completed

a pretest which appeals to one's understanding of interactions in balance scale problems (Siegler, 1976). Based on the scores of the pretest it was examined whether the groups were comparable at the offset of the research. Results showed that one of the analogy groups was significantly better at discovering an interaction effect compared to the other analogy group. Because there is a difference between two analogy groups there can't be concluded that an analogy is a tool for a better understanding of interactions during inquiry learning yet. This difference may be due to a less motivated group during the reading of the analogy. This less motivated group did not discover an interaction effect in the inquiry learning tasks. Also, this analogy group made the plant grow task second, so it's possible that the effect of the analogy was annihilated.

Inleiding

Uit het artikel van Valstar (1996) komt naar voren dat er in het onderwijs de afgelopen decennia verschillende ontwikkelingen zijn geweest in de ideeën over de manier waarop iets het beste geleerd kan worden. Voor de jaren '60 lag de nadruk vooral op kennis verwerven. In de jaren '60 ontstond de cognitieve leertheorie, hier werd de mens beschouwd als een soort informatieverwerkingssysteem. Tenslotte is het constructivisme een uitwerking van die cognitieve leerpsychologie (Valstar, 1996). Bij constructivistisch leren wordt er meer nadruk gelegd op het aanleren van vaardigheden (Kuhn, 1990). Onderzoekend leren is een vorm van constructivistisch leren waarbij een kind kennis opdoet door het opstellen van gecontroleerde experimenten. Kinderen ontdekken door middel van experimenten wat voor invloed onafhankelijke variabelen hebben op één of meerdere afhankelijke variabelen (Kuhn, Black, Keselman, & Kaplan, 2000). Het doen van experimenten is een vaardigheid die belangrijk is bij onderzoekend leren. Controle van variabelen en evalueren van effecten van meerdere variabelen is weer belangrijk voor het doen van experimenten en het wetenschappelijk denken in het algemeen (Zimmerman, 2007).

Een voorbeeld van een inquiry leertaak is te vinden in Hulshof, Wilhelm, Beishuizen en Van Rijn (2004). Met het computer programma FILE (Flexible Inquiry Learning Environment) is het mogelijk verschillende leertaken te ontwerpen waarbij het de bedoeling is dat proefpersonen experimenten uitvoeren door telkens de onafhankelijke variabelen te veranderen en te kijken wat voor een invloed dit heeft op één afhankelijke variabele. Een voorbeeld is de plantengroei taak (Veenman, Wilhelm, & Beishuizen, 2004) en deze taak wordt ook in dit onderzoek gebruikt. Bij de plantengroei taak zijn er verschillende onafhankelijke variabelen die de groei van een plant beïnvloeden. Zo kan je de plant één of twee keer per week water geven, wel of geen insecticide gebruiken, wel of niet dode bladeren in de bloempot laten liggen, de plaats waar de plant groeit en de grootte van de bloempot veranderen. Het is de bedoeling dat kinderen de onafhankelijke variabelen telkens veranderen en leren wat deze voor effect hebben op de groei van de plant. De afhankelijke variabelen kunnen een hoofdeffect, een irrelevant effect of een interactie effect met een andere onafhankelijke variabele hebben. Een interactie tussen twee onafhankelijke variabelen kan de waarde van de afhankelijke variabele bijvoorbeeld versterken of verzwakken. Volgens de Relational complexity theory (Halford, Wilson, & Phillips, 1998) doet het redeneren over variabelen en hun interacties een sterk beroep op het cognitieve systeem en daardoor is het identificeren van interacties complex.

Volgens Hogan en Fisherkeller (2000) bestaat onderzoekend leren uit vier fases. Fase 1 bestaat uit het vormen van hypothesen, in Fase 2 worden experimenten ontworpen, in Fase 3 vind de interpretatie van de uitkomsten plaats en in Fase 4 worden de resultaten verwerkt. Het SDDS (Scientific Discovery as Dual Search) model voor onderzoekend leren van Klahr en Dunbar (1988) toont dat er twee probleem ruimtes zijn, de hypothese ruimte en de experimenteer ruimte. Verder bestaat het model uit drie fases: hypothesen opstellen, hypothesen testen en het evalueren van de resultaten. Deze fases worden uitgevoerd aan de hand van de 'inquiry cycle', de uitkomst van het evaluatieproces functioneert als input voor het opstellen van hypothesen wanneer de experimentele data overeenkomt met de hypothesen. De 'cycle' gaat door met de drie fases totdat de juiste hypothesen zijn gevonden. Verder kunnen er bij onderzoekend leren, transformatieve processen en regulatieve processen onderscheiden worden. Bij transformatieve processen, bestaande uit: oriënteren, hypothesen opstellen, experimenteren en conclusies trekken, wordt er direct kennis verkregen. Regulatieve processen, bestaande uit: plannen, monitoren en evaluatie, zijn er vooral om het leerproces te sturen (Njoo, & de Jong, 1993)

Uit het onderzoek van Chen en Klahr (1999) komt naar voren dat het doen van experimenten voor kinderen moeilijk is. Zo ontbreekt bij jongere kinderen vaak nog inzicht in de 'Control-of-Variables Strategy' (CVS; Chen & Klahr, 1999). Deze strategie is belangrijk om op een valide manier conclusies te kunnen trekken op basis van de resultaten van experimenten. Chen en Klahr (1999) vonden wel dat een expliciete training in CVS er voor zorgt dat kinderen beter in staat zijn om juiste experimenten op te stellen. Zij vergeleken daartoe een groep kinderen die een training ontving met een groep kinderen die geen expliciete training kreeg in CVS en dus zelf moesten ontdekken hoe er experimenten opgesteld moesten worden. In tegenstelling tot wat Chen en Klahr (1999) stellen, dat kinderen nog weinig inzicht hebben in wetenschappelijk denken, komt uit onderzoek van Zimmerman (2007) naar voren dat kinderen al wel competent zijn in wetenschappelijk denken. De ontwikkeling van wetenschappelijk denken gebeurt alleen niet routinematig (Kuhn, & Franklin, 2006). Wetenschappelijk denken bevat een complexe set van cognitieve en metacognitieve vaardigheden en de ontwikkeling en consolidatie van deze vaardigheden heeft training nodig (Zimmerman, 2007).

Zoals eerder naar voren kwam kunnen inquiry leertaken ook onafhankelijke variabelen bevatten welke interacteren. Een voorbeeld hiervan is het balansschaal probleem (zie Figuur 1; Siegler, 1976), hier zijn gewicht en positie van het gewicht op de schaal in interactie met

elkaar. Uit onderzoek van Siegler (1976) komt naar voren dat er vier verschillende cognitieve fasen of stadia zijn bij het oplossen van het balansschaal probleem. In Fase 1 gebruiken kinderen alleen het gewicht om te bepalen of de schaal in balans is. In Fase 2 heeft gewicht de hoogste prioriteit, maar wanneer het gewicht gelijk is aan de twee kanten van de schaal wordt ook de afstand tot het midden van de balans betrokken bij de redenering die leidt tot het antwoord op de vraag of de schaal in balans is. In Fase 3 worden gewicht en afstand in het besluit meegenomen maar raken kinderen in de war wanneer aan één kant van de schaal meer gewicht zit en de andere kant de positie van het gewicht verschilt (gewicht in conflict met afstand). In Fase 4 worden gewicht en afstand vermenigvuldigd aan beide kanten en het product met elkaar vergeleken. Uit het onderzoek komt ook naar voren dat deze fasen geassocieerd zijn met leeftijd. Vijf en zesjarigen gebruiken vooral Fase 1 en Fase 2 kon aangeleerd worden, op 9-10 jarige leeftijd nemen kinderen de afstand ook mee in hun beslissing (Fase 3) en vanaf ongeveer 16-17 jaar zijn sommigen in staat Fase 4 te gebruiken. Dat betekent dus dat kinderen op jongere leeftijd niet in staat lijken te zijn om interacties uit zichzelf te ontdekken. De vraag is of kinderen toch aangeleerd kan worden om interacties te ontdekken en te duiden.

	Cognitive Stages			
	1	2	3	4
Balance	100	100	100	100
Weight	100	100	100	100
Distance	0	100	100	100
Conflict-weight	100	100	33	100
Conflict-distance	0	0	33	100
Conflict-balance	0	0	33	100

Figuur 1. Het balansschaal probleem en de percentages correctheid van de balans in de 4 fasen.

Kinderen lijken dus niet in staat om interacties uit zichzelf te ontdekken. Echter, Andrews, Graeme, Murphy en Knox (2009) vonden in hun onderzoek dat er op jonge leeftijd, vijf t/m zeven jaar, al gebruik gemaakt wordt van integratie strategieën, kinderen waren in hun onderzoek in staat om de interactie te begrijpen tussen gewicht en afstand op een balansschaal

met één arm, een minder complex apparaat dan een balansschaal met twee armen. Uit het onderzoek komt verder naar voren dat de verwerking van relaties tussen variabelen domein onafhankelijk is. Kinderen die op een taak met drie relationele variabelen inzicht toonden konden dat ook op een andere taak in een ander domein (Andrews, Graeme, Murphy, & Knox, 2009; Andrews, & Halford, 2002; Andrews et al., 2003; Halford, Andrews, Dalton et al., 2002; Halford, Andrews, & Jensen, 2002). Er lijkt dus wel reden om aan te nemen dat kinderen in staat zijn om te gaan met interacties, zelfs al op jongere leeftijd dan Siegler (1976) veronderstelde. Daarnaast komt uit onderzoek aan de hand van de Relational complexity theory (Halford, Wilson, & Phillips, 1998) naar voren dat kinderen op jonge leeftijd al interacties kunnen begrijpen. Relational complexity van een cognitief proces is het aantal interacterende variabelen welke parallel gepresenteerd moeten worden in het werkgeheugen om dat proces te kunnen toepassen. De verwerkingscapaciteit van informatie van individuen verandert met leeftijd en verschilt ook per persoon. De theorie maakt onderscheid tussen verschillende typen interacties tussen variabelen. Bij een unaire relatie is er één variabele van belang, bij een binaire relatie zijn er twee variabelen in interactie, bij een tertiaire relatie zijn dat er drie en bij een quataire relatie zijn dat er vier. De gemiddelde leeftijd voor het begrip van een unaire relatie is één jaar. Binaire relaties kunnen verwerkt worden op een gemiddelde leeftijd van twee jaar, tertiaire relaties op een gemiddelde leeftijd van vijf jaar en een quataire relatie op een gemiddelde leeftijd van 11 jaar (Halford, Andrews, Dalton, Boag, & Zielinski, 2002). In een inquiry leertaak komen unaire relaties voor waarbij één variabele van belang is en binaire relaties tussen twee variabelen waarbij de twee variabelen in interactie zijn. In de plantengroei taak van Hulshof et al. (2004) hebben de onafhankelijke variabele de grootte van de bloempot en de onafhankelijke variabele water geven een binaire relatie, er is een interactie tussen de twee variabelen die het effect op de afhankelijke variabele bepalen. Verder is er een unaire relatie, een hoofdeffect, tussen de plaats van de plant en de afhankelijke variabele. Kinderen van een gemiddelde leeftijd van twee zouden deze volgens het onderzoek van Halford et al. (2002) dus al moeten kunnen begrijpen. Het verschil met een inquiry leertaak in FILE en de taken die gebruikt waren bij de Relational complexity theory is dat bij onderzoekend leren er meerdere onafhankelijke variabelen zijn (hoofdeffect en irrelevante effecten) en niet alleen de variabelen die met elkaar interacteren. Verder moeten de leerlingen in een inquiry leertaak actief experimenten opstellen om de effecten van die variabelen te ontdekken. Er is dus een verschil tussen het begrijpen van interacties en het ontdekken van

interacties. Bij een FILE taak wordt er dus een sterker beroep gedaan op het cognitieve systeem waardoor het waarschijnlijk moeilijker is om interacties te ontdekken.

Een inquiry leertaak bevat een model dat de relaties tussen de variabelen in de taak beschrijft. Als kinderen de relaties tussen de variabelen in het ene domein kunnen ontdekken, dan zouden ze dit in een ander domein met dezelfde onderliggende variabelenstructuur ook moeten kunnen. Toch zorgt dit vaak nog voor problemen bij kinderen. Naast Relational complexity zijn er meer factoren die zorgen voor moeilijkheden in het zelfstandig begrijpen van een interactie. Zo zijn domeinkennis, vaardigheden in probleem oplossingsstrategieën, geheugen dat beschikbaar is en perceptuomotor factoren van belang (Halford, Wilson, & Phillips, 1998). Mensen gebruiken ook verschillende oplossingsstrategieën en soms gebruikt één persoon zelfs meerdere strategieën op verschillende momenten (Halford, Wilson, & Phillips, 1998). Uit onderzoek van Wilhelm en Beishuizen (2003) komt naar voren dat er een verschil is in de uitvoering van concrete (taken met een bekend domein, bijv. de groei van een plant), en abstracte taken (taken met een onbekend domein), maar met dezelfde onderliggende variabelenstructuur. Bij abstracte taken was er meer variatie in leeruitkomsten dan in concrete taken, waar de leeruitkomsten hoger waren. Wel werd er gevonden dat de leerlingen in de abstracte conditie en in de concrete conditie beide dezelfde experimenten uitvoerden. Een reden dat in de abstracte conditie minder werd geleerd kan hebben gelegen in het feit dat kinderen in deze conditie minder hypothesen, onderzoeksplannen en gevolgtrekkingen maakten.

Uit onderzoek van Lazonder, Wilhelm en Hagemans (2008) komt naar voren dat in onderzoekend leren, domeinkennis(voorkennis) van de persoon van belang is. Deze beïnvloedt het soort strategie waarmee de inquiry leertaak gemaakt wordt. Wanneer domeinkennis aanwezig is wordt er een theorie gebaseerde strategie gebruikt en wanneer deze kennis niet aanwezig is, een data gestuurde strategie die later plaats maakt voor een theorie gebaseerde strategie. Een data gestuurde strategie is een strategie waarbij experimenten worden opgesteld zonder dat er hypothesen zijn gevormd. Bij theorie gebaseerde strategie worden wel hypothesen opgesteld. Domeinkennis heeft bovendien een positieve invloed op de leerprestatie (Lazonder, Wilhelm, & Hagemans, 2008). Wilhelm en Beishuizen (2003) vonden dat er in abstracte leertaken minder goed gepresteerd werd dan in concrete leertaken. Dit effect verdwijnt volgens Lazonder et al. (2008) doordat proefpersonen in het abstracte domein switchen van een data gebaseerde strategie naar een theorie gebaseerde strategie waarbij meer specifieke hypothesen werden opgesteld. Ook in het SDDS (Scientific

Discovery as Dual Search) model voor onderzoekend leren van Klahr en Dunbar (1988) komt naar voren dat voorkennis belangrijk is. Uit het onderzoek van Klahr en Dunbar (1988) kwam naar voren dat proefpersonen konden worden onderscheiden in theoristen en experimenters. De theoristen stellen hypothesen op aan de hand van voorkennis. De experimenters stellen ook eerst hypothesen op door middel van voorkennis maar wanneer hier niet mee verder wordt gekomen, worden er exploratief experimenten opgesteld. Experimenten zonder dat er een bepaalde gedachte, voorkennis, aan vooraf gaat. Tenslotte is niet alleen de voorkennis belangrijk voor het goed uitvoeren van een inquiry leertaak, maar ook de onderzoeksvaardigheden van een persoon. Hoe wordt er onderzoek gedaan en hoe worden gecontroleerde experimenten opgesteld. Kinderen met meer kennis over onderzoeksvaardigheden, hoe er onderzoek gedaan moet worden, zijn meer actief in het uitvoeren van experimenten (Hulshof, 2001).

Voorkennis en onderzoeksvaardigheden zijn dus belangrijk bij het uitvoeren van inquiry leertaken. Het is dus van belang dat kinderen voorkennis krijgen en onderzoeksvaardigheden leren. Een methode waar gebruik van gemaakt kan worden om iemand kennis te laten maken met een voorbeeld uit een ander domein met dezelfde onderliggende variabelenstructuur als in het domein van de uiteindelijke taak, is een analogie. In het analogie verhaal in dit onderzoek komt naar voren hoe er experimenten (onderzoeksvaardigheid) opgesteld moeten worden om te ontdekken wat het effect is van onafhankelijke variabelen op afhankelijke variabelen. De effecten die naar voren komen zijn een hoofdeffect en een interactie effect, dit geeft voorkennis van bepaalde effecten die kunnen voorkomen in inquiry leertaken. Een analogie zorgt ervoor dat het probleem (het doel) in een structureel vergelijkbaar schema (de basis) in kaart wordt gebracht. Dit schema, de basis, wordt geleerd door middel van ervaring (Halford, 1992). Het is bewezen dat bij probleem oplossen een analogie kan helpen om een probleem op te lossen met dezelfde structuur of soort probleem wat naar voren komt in de analogie (Gick & Holyoak, 1980). Gick en Holyoak (1980) vonden ook dat het effect van de analogie groter was, dat er dus beter problemen werden opgelost aan de hand van de analogie, wanneer er bij de analogie een hint werd gegeven dat de analogie van belang was bij het oplossen van het probleem. Uit onderzoek van Forisek en Steinova (2012) komt naar voren dat een analogie op dit moment nog een belangrijk hulpmiddel is in het onderwijs. Verder komt naar voren dat analogieën gevoelig zijn voor cross- cultural en cross- gender aspecten. Bijvoorbeeld een analogie over een auto

welke gebruikt wordt in technische vakgebieden en in tekstboeken is minder geschikt voor vrouwelijke studenten (Forisek, & Steinova, 2012; Keranen, 2005).

In dit onderzoek wordt onderzocht of een analogie het ontdekken van interacties tijdens onderzoekend leren kan ondersteunen. De inquiry leertaken die hiervoor worden gebruikt zijn FILE taken. De onderzoeksvraag die wordt beantwoord in dit onderzoek is of een analogie ervoor kan zorgen dat kinderen beter in staat zijn interacties te ontdekken tijdens onderzoekend leren. Hiervoor wordt een analogie conditie vergeleken met een controle conditie. De nulhypothese die hieruit volgt is dat er geen verschil is in het ontdekken van interacties tussen de controleconditie en de groep die de analogie conditie. De alternatieve hypothese is dat de analogie ervoor zorgt dat kinderen beter interacties kunnen ontdekken tijdens onderzoekend leren. Wanneer er aangetoond wordt dat een analogie kan helpen bij het ontdekken van interacties dan is dit een efficiënte manier. Het lezen van de analogie neemt namelijk maximaal 15 minuten in beslag. Het ontwikkelen van een analogie neemt bovendien ook weinig tijd in beslag.

Methode

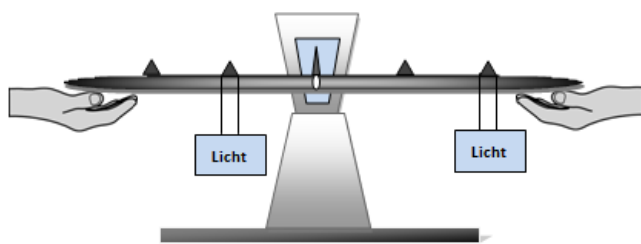
Proefpersonen

Aan het onderzoek hebben twee brugklassen van een scholengemeenschap uit de provincie Overijssel deelgenomen. In totaal hebben 51 leerlingen meegedaan aan het onderzoek (26 meisjes, 25 jongens, gemiddeld 12.82 jaar, SD: 0.49, range: 12 - 14). In beide brugklassen zijn de leerlingen random verdeeld over twee condities, de experimentele conditie en de controle conditie. In totaal zaten in de controleconditie 24 leerlingen en in de experimentele conditie, de conditie van het analogie verhaal 27 leerlingen. Deze twee condities zijn weer onderverdeeld aan de hand van de volgorde van twee FILE taken (Milieutaak en plantengroei taak) en beide taken werden uiteindelijk door alle leerlingen uitgevoerd in dit onderzoek. Daardoor zijn er in totaal vier groepen gevormd. In de experimentele conditie die vooraf een analogie kreeg en welke als eerste de milieutaak uitvoerde en daarna de plantengroei taak zaten 15 leerlingen (8 meisjes, 7 jongens, gemiddeld 12.80 jaar, SD: 0.56, range: 12 - 14). De tweede groep is een analogie conditie en de leerlingen in deze groep hebben eerst de plantengroei taak gemaakt en daarna de milieutaak. In deze groep zaten 12 leerlingen (7 meisjes, 5 jongens, gemiddeld 12.75 jaar, SD: 0.45, range: 12 - 13). Groep drie is een controle conditie en hier hebben de leerlingen eerst de milieutaak uitgevoerd en daarna de plantengroei taak. Deze groep bestond uit 12 leerlingen (6 meisjes, 6 jongens, gemiddeld 12.92 jaar, SD: 0.52, range: 12 - 14). Tenslotte groep vier, dit is een controle conditie en de leerlingen in deze groep hebben als eerste de plantengroei taak uitgevoerd en daarna de milieutaak. In deze groep zaten 12 leerlingen (6 meisjes, 6 jongens, gemiddeld 12.83 jaar, SD: 0.39, range: 12 - 13). Alle leerlingen zijn vooraf op de hoogte gesteld van het onderzoek en hebben een toestemmingsformulier laten ondertekenen door de ouders.

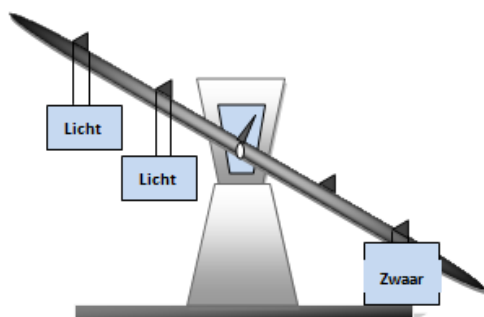
Instrumenten

Pretest. Door middel van de pretest (Bijlage 1) werd er beoordeeld in welke cognitieve fase van Siegler (1976) de leerlingen zich bevonden. Hiermee werd gecontroleerd of in het begin van het onderzoek de vier condities vergelijkbaar waren op cognitief niveau. De pretest is opgesteld aan de hand van de toetsen gebruikt in het onderzoek van Lazonder, Mulder en Wilhelm (2007). Voor de pretest is alleen gebruik gemaakt van het onderdeel ‘balans’ gebruikt in die toetsen. De pretest bestaat uit twee delen. Er zijn balansvragen waarbij een weegschaal wordt vastgehouden (Figuur 2) en er zijn balansvragen waarbij één kant van de weegschaal naar beneden staat en de ander omhoog (Figuur 3). In Figuur 2 gaat het om een

balansvraag uit Fase 2 van Siegler (1976) waarbij gewicht de hoogste prioriteit heeft, maar dat wanneer het gewicht aan beide kanten gelijk is er wordt gekeken naar de afstand. In Figuur 3 gaan het om en balansvraag uit Fase 3 waarin gewicht en afstand in het besluit worden meegenomen, maar raken kinderen in de war wanneer aan één kant van de schaal meer gewicht zit en de andere kant de positie van het gewicht verschilt. Bij de vragen waarbij de weegschaal wordt vastgehouden wordt aan de leerlingen gevraagd aan welke kant de weegschaal omlaag zakt wanneer de weegschaal wordt losgelaten, de weegschaal kan ook in balans zijn. Daarnaast wordt er gevraagd waarom de weegschaal aan die kant omlaag gaat of waarom deze in balans blijft. Bij de vragen waarbij de weegschaal al aan één kant omlaag staat wordt aan de leerlingen gevraagd of de weegschaal zo goed staat en er wordt ook gevraagd waarom dit wel of niet goed is. Verder zijn deze twee soorten balansvragen weer onderverdeeld in vier delen. De vragen uit het eerste deel hebben betrekking op Fase 1 van Siegler, de vier vragen uit het tweede deel op Fase 2, de vier vragen uit het derde deel op Fase 3 en de laatste vier vragen op Fase 4.



Figuur 2. Balansvraag waarbij de weegschaal wordt vastgehouden



Figuur 3. Balansvraag waarbij één kant van de weegschaal omlaag staat en de andere kant omhoog

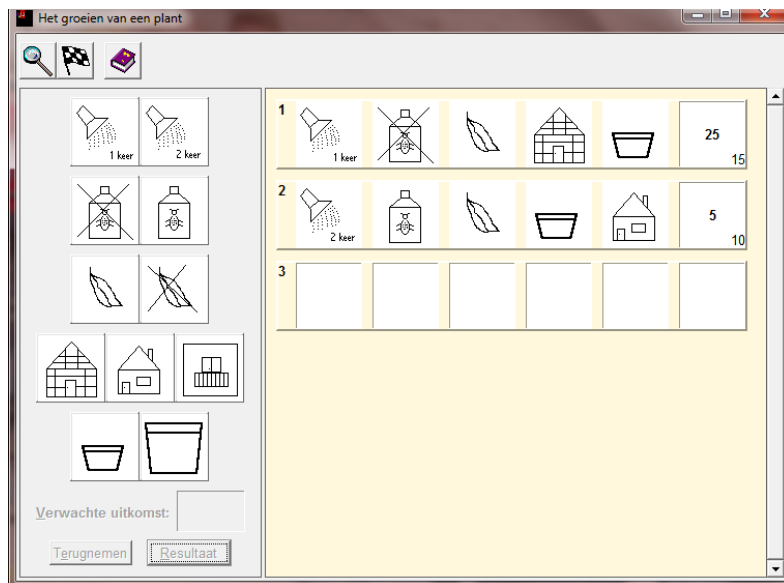
Analogie. De gebruikte analogie in de vorm van een verhaal heeft dezelfde onderliggende variabelenstructuur als in de computertaken (Bijlage 2). De analogie gaat over een jongen Lars die in een dierenwinkel werkt. Hij ziet dat de hamsters niet allemaal vrolijk zijn. Hij gaat zelf experimenten opstellen om te kijken wanneer de hamsters het vrolijkst zijn. De onafhankelijke variabelen zijn: grote van de kooi, wel of geen speeltje in de kooi en samen met een andere hamster of alleen in een kooi. De afhankelijke variabele is hoe vrolijk de hamsters zijn en dit wordt gemeten aan de hand van de activiteit van de hamsters binnen een tijdseenheid van een minuut. Onder 20 seconden zijn de hamster niet vrolijk, tussen de 20 en 40 seconden zijn de hamsters neutraal en boven de 40 seconden zijn de hamster vrolijk. In de analogie komt ook een interactie naar voren tussen de grote van de kooi en het aantal hamsters in een kooi. Wanneer hamsters in een grote kooi zitten zijn ze vrolijker met een vriendje dan zonder een vriendje. In een kleine kooi zijn hamster juist vrolijker wanneer ze alleen in een kooi zitten. De verklaring hiervoor is dat in een kleine kooi te weinig ruimte is voor twee hamsters om te kunnen bewegen en spelen. De overeenkomst in variabelenstructuur tussen de analogie en de computertaken is dat er twee onafhankelijke variabelen zijn die interacteren en er één onafhankelijke variabele is met een hoofdeffect. De computertaken bevatten in tegenstelling tot de analogie ook irrelevante onafhankelijke variabelen. Verder kan de afhankelijke variabelen in de computertaken meer waarden (5 waarden) aannemen dan de afhankelijke variabele in de analogie (3: Vrolijk, neutraal en niet vrolijk). Er is ervoor gekozen om geen irrelevante variabelen toe te voegen aan de analogie en minder waarden te geven aan de afhankelijke variabele zodat het cognitieve systeem niet teveel onder druk kwam te staan. Zo lag er meer nadruk op de interactie tussen twee variabelen, welke belangrijk is dit onderzoek.

Computertaken. Als laatst maakten alle leerlingen twee computertaken. De computertaken zijn FILE taken, voorbeelden van de taken gebruikt in dit onderzoek zijn weergegeven in Figuur 4 en 5. De bedoeling van de taak is dat leerlingen er door het uitvoeren van experimenten achter komen wat voor effecten de onafhankelijke variabelen op één afhankelijke variabele hebben. De twee taken die de leerlingen moesten uitvoeren zijn: plantengroei en milieu (Beishuizen, Wilhelm, & Schimmel, 2004).

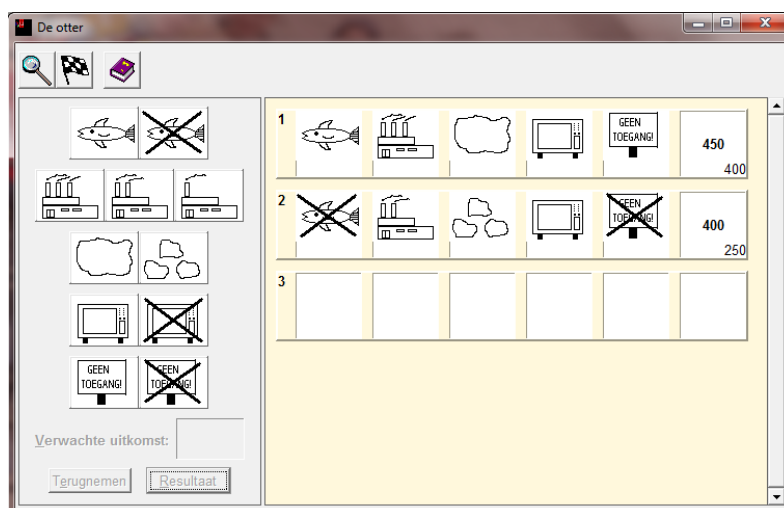
In de plantengroei taak (Figuur 4) wordt de groei van de plant onderzocht, de afhankelijke variabele is de lengte van de plant. De lengte van de plant kan de volgende waarden aannemen: 5, 10, 15, 20 en 25 cm. De groei kan worden beïnvloed door 5

onafhankelijke variabelen: 1) één of twee keer per week water geven; 2) wel of geen gebruik maken van insecticide; 3) wel of geen dode bladeren in de bloempot leggen; 4) de locatie van de plant: binnen in huis, op het balkon of in een broeikas en 5) een grote of kleine bloempot. Het wel of geen gebruik maken van insecticide en het wel of niet plaatsen van dode bladeren in de bloempot hebben geen effect (irrelevant). Één of twee keer per week water geven en de grote van de bloempot hebben een interactie effect. Wanneer de plant in een kleine bloempot zit heeft deze maar één keer per week water nodig. Geef je de plant twee keer per week water dan verdrinkt de plant. In een grote bloempot is er geen verschil in de groei van de plant bij het één of twee keer per week water geven. Geef je de plant één keer per week water dan zakt dit water na de bodem van de bloempot en kunnen de wortels van de plant er niet bij. De plant wordt kleiner. De locatie van de plant heeft een hoofdeffect, de plant groeit in een kas en op het balkon beter dan in huis.

Bij de milieutaak (ook wel de “Otter taak genoemd, zie Figuur 5), wordt het effect van de onafhankelijke variabelen op het aantal otters (afhankelijke variabele) dat in Nederland leeft onderzocht. De grote van de populatie otters kan de volgende waarden aannemen: 100, 250, 400, 450 en 600. De populatie kan beïnvloed worden door 5 onafhankelijke variabelen: 1) voedsel, wel of niet extra vis geven, 2) milieuvervuiling, de vervuiling reduceren tot een minimum, een gemiddeld niveau of niks doen, 3) natuurlijk leefgebied: de otters in één gebied laten leven of in meerdere kleinere gescheiden gebieden, 4) media, de uitsterving wel of niet bekendmaken via publieke televisie, 5) het natuurlijke leefgebied van de otters wel of niet afsluiten voor het publiek. De variabelen voedsel en media zijn irrelevant. Er is een interactie effect tussen natuurlijk leefgebied en dit gebied wel of niet afsluiten voor publiek. Wanneer de otters in één gebied leven en dit gebied wordt niet afgesloten voor publiek dan verstoort het publiek de populatiegroei van de otters. Sluit je het gebied wel af voor publiek dan hebben ze alle ruimte om zich voort te planten. Wanneer de otters in meerdere gebieden leven dan kunnen de otters niet bij elkaar komen om zich voort te planten en is daardoor de populatie otters kleiner. Afsluiten voor publiek of niet heeft hier geen effect. De variabele milieuvervuiling heeft een hoofdeffect, wanneer er minder milieuvervuiling is dan is de populatie otters groter.



Figuur 4, Weergave van de plantengroei taak



Figuur 5, Weergave van de milieutaak

Antwoordformulieren computertaken. Na elke taak vulden de leerlingen een antwoordformulier in met hun bevindingen over het effect van de onafhankelijke variabelen op de afhankelijke variabele. Een vraag die gesteld werd in de milieutaak was bijvoorbeeld: Welke invloed heeft het wel geven van extra vis en het niet geven van extra vis op de populatie otters? Een vraag die gesteld werd in de plantengroei taak was bijvoorbeeld: Welke invloed heeft het 1 keer per week water geven en het 2 keer per week water geven op de groei van de plant?

Onderzoeksdesign

Het design van het onderzoek is een 2x2 between subjects design. Dit betekent dat er twee variabelen zijn die kunnen variëren per groep: wel of geen analogie verhaal en starten met computertaak 1 of 2. In Tabel 1 staat de indeling van de vier groepen

Tabel 1.

De indeling van de vier groepen

Groep	Analogie/Controle groep	eerste taak	tweede taak
1	Analogie	Milieutaak	Plantengroei taak
2	Analogie	Plantengroei taak	Milieutaak
3	Controle	Milieutaak	Plantengroei taak
4	Controle	Plantengroei taak	Milieutaak

Procedure

Het onderzoek bestond uit twee delen. Eerst de pretest en daarna wel of geen analogie in combinatie met de computertaken. De pretest vond plaats tijdens een lesuur van de leerlingen. Er namen twee brugklassen deel aan het onderzoek. De pretest vond bij beide klassen in dezelfde week plaats. Voorafgaand aan de pretest legde de onderzoeker uit wat de bedoeling was en werd aangegeven dat het belangrijk was dat de leerlingen de vragenlijst individueel invulden. Na de instructie werden de vragenlijsten uitgedeeld door de onderzoeker. Bij de vragenlijst was een instructie toegevoegd waarin werd uitgelegd hoe de vragen ingevuld moesten worden, deze werd eerst door de leerlingen doorgelezen en daarna konden ze beginnen met de vragenlijst. Tijdens het maken van de pretest hield de onderzoeker in de gaten dat de leerlingen niet overlegden. De onderzoeker mocht alleen vragen beantwoorden welke geen invloed hadden op hoe de leerlingen de vragen gingen maken. Voor het maken van de pretest stond een uur, maar na drie kwartier waren alle leerlingen wel klaar.

Het tweede deel van het onderzoek vond twee weken later plaats. In beide klassen deed de ene helft mee aan de analogie conditie en de andere helft aan de controle conditie. In deze week hadden beide klassen het analogie gedeelte en het computer gedeelte na elkaar. Beide delen namen een uur in beslag. Het was belangrijk voor de experimentele groep dat het analogie verhaal vlak voor de computertaken werd gelezen, zodat de leerlingen in de analogie conditie de analogie nog vers in het geheugen hadden. Het lezen van de analogie vond in groepjes van vier of vijf plaats, wat neer kwam op drie groepen per klas die de analogie

moesten lezen. Het lezen van de analogie vond in een ander lokaal plaats en per groep was er 10 tot 15 minuten nodig voor het lezen van de analogie. Voordat de leerlingen begonnen met het lezen van de analogie werd er verteld dat ze dat goed moesten doen omdat het later wellicht van pas kon komen bij de computertaken. Dit werd gedaan omdat uit onderzoek van Gick en Holyoak (1980) naar voren kwam dat het effect van een analogie groter was wanneer er bij de analogie een hint werd gegeven dat de analogie later gebruikt moest worden bij het oplossen van het probleem. De rest van de groep welke niet bezig was met het lezen van de analogie kregen les van de docent die op dat moment ook les moest geven aan de klas.

Nadat de groep van de analogie deze gelezen had, maakten alle leerlingen de twee computertaken. Er werd aan het begin van de taken kort toegelicht wat de bedoeling was. Het was de bedoeling dat er aan de hand van het uitvoeren van experimenten met het programma vragen over de variabelen werden beantwoorden. Bij de eerste computertaak kregen de leerlingen een instructie over die taak (Bijlage 3) en een pagina met de betekenis van de plaatjes in de taak (Bijlage 4). Op de pagina met de betekenis van de plaatjes van de taak werden ook twee hamsters afgebeeld, dit waren dezelfde hamsters die waren gebruikt in het analogie verhaal. Dit moest ervoor zorgen dat de leerlingen in de analogie conditie aan het analogie verhaal werden herinnerd. Er werd verder niets over dit plaatje verteld door de onderzoeker. Er zijn ook geen vragen geweest over het plaatje door de leerlingen. In de instructie kwam naar voren hoe er gewerkt moest worden met het programma FILE. De instructie liet de leerlingen ook eerst één experiment uitvoeren, daarna werd aangegeven dat voor het beantwoorden van de vragen de leerlingen in ieder geval 15 experimenten moesten uitvoeren. Dit om te voorkomen dat leerlingen te snel stopten met het experimenteren en daardoor belangrijke informatie misliepen. Na het lezen van de instructie kregen de leerlingen het antwoordformulier van die taak (Bijlage 5). Zodra de eerste taak klaar was, werd het antwoordformulier van de tweede taak uitgedeeld en mocht hiermee begonnen worden. De leerlingen waren klaar met de computertaak wanneer ze alle vragen van de vragenlijst hadden ingevuld. Voor het maken van de twee taken hadden de leerlingen een uur de tijd. Ook hier was het belangrijk dat de leerlingen individueel de experimenten deden en de vragen beantwoordden. De docent die normaal op dit lesuur les gaf hielp met het houden van orde en controleerde of leerlingen niet met elkaar overlegden.

Scoring

Voor de pretest werd aan de hand van een antwoordmodel (Bijlage 1: antwoordsleutel) nagekeken of de leerlingen een vraag goed beantwoord hadden of niet. Dit scoringsprotocol is ook gebruikt in het onderzoek van Lazonder, Mulder en Wilhelm (2007). Een vraag was goed beantwoord wanneer er de juiste keuze was gemaakt tussen de antwoordmogelijkheden en wanneer er een goede redenering was gegeven waarom dit antwoord goed is. De leerlingen werden aan de hand van de resultaten op de test in de vier cognitieve fases van Siegler (1976) ingedeeld. Dit wordt gedaan door gebruik te maken van de regels in Tabel 2. Er wordt hier geen gebruik gemaakt van ruwe scores, omdat een proefpersoon een deel van de vragen goed kan hebben uit een bepaald cognitief niveau en dit betekent nog niet dat deze persoon ook daadwerkelijk dit cognitieve niveau van redeneren beheerst. Leerlingen moesten dus alle vragen uit een bepaald cognitief niveau goed hebben, wilden ze op dit cognitieve niveau worden ingedeeld. In Tabel 2 staat aangegeven welke vragen goed beantwoord moeten worden voor welk cognitief niveau. De betrouwbaarheid van het scoringsprotocol is in het onderzoek van Lazonder, Mulder en Wilhelm (2007) getest. Het scoringsprotocol werd als voldoende betrouwbaar beschouwd. Voor de pretest in dit onderzoek werd een interbeoordelaarsbetrouwbaarheid uitgevoerd ter controle van de betrouwbaarheid van observaties tussen onafhankelijke beoordelaars. De scoring werd gedaan door de onderzoeker en een mede- student. De Cohen's kappa is 0.57 en dat betekent dat de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid matig is.

Voor het bepalen van de scores op de computertaken staan in Tabel 3 regels. Wanneer een vraag naar het effect van een onafhankelijke variabelen goed werd beantwoord dan kregen de leerlingen daar één punt voor. In de Plantengroei taak zijn dit: Het wel of geen gebruik maken van insecticide en het wel of niet plaatsen van dode bladeren in de bloempot welke geen effect hadden en de locatie van de plant: binnen in huis, op het balkon of in een broeikas welke een hoofdeffect had. Voor de milieutaak zijn dit: voedsel en media welke geen effect hadden en de hoeveelheid milieuvervuiling welke een hoofdeffect had. Voor het goed beantwoorden van de interactie in de computertaak kregen de leerlingen twee punten. De interactie in de plantengroei taak is aanwezig tussen de onafhankelijke variabelen, grote van de bloempot en het aantal keer water geven per week. In de milieutaak is er een interactie tussen de onafhankelijke variabelen, één of meerdere leefgebieden en wel of geen toegang voor publiek. Een leerling heeft de interactie ontdekt wanneer dit duidelijk naar voren komt. Bijvoorbeeld een proefpersoon zei: 'het ligt aan de pot: als de pot groot is dan word de plant

langer met 2x water en niet lang met 1x water. In een kleine pot moet 1x water geven dan wordt hij langer'. In Tabel 4 staan de citaten van alle vijf de leerlingen welke duidelijk een interactie hadden ontdekt. In totaal kunnen er per taak 5 punten worden behaald. Voor de twee taken samen is dat dan 10 punten. Wanneer de leerlingen geen vraag goed beantwoord hebben dan krijgen ze 0 punten. Voor de scoring van de vragenlijsten van de taken werd ook de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid bepaald. Dit werd gedaan aan de hand van een Cohen's kappa. De scoring voor de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid werd gedaan door de onderzoeker en een mede- student. De Cohen's kappa is 0.74. De interbeoordelaarsbetrouwbaarheid is voldoende.

Tabel 2

Scoringsprotocol voor het bepalen van de scores van de pretest

1. Iemand die zich in cognitieve fase 1 bevindt beantwoordt alle vragen goed waarin alleen gewicht van belang is. Leerlingen beantwoorden vraag 1 t/m 4 en 17 t/m 20 goed op de pretest.
 2. Iemand die zich in cognitieve fase 2 bevindt heeft als hoogste prioriteit gewicht bij het beantwoorden van de vragen, maar wanneer gewicht gelijk is aan de twee kanten van de schaal dan wordt ook de afstand tot het midden van de balans betrokken. Leerlingen beantwoorden ook vraag 5 t/m 8 en 21 t/m 24 goed op de pretest.
 3. Iemand die zich in cognitieve fase 3 bevindt neemt gewicht en afstand in het besluit mee. Wanneer aan één kant van de schaal meer gewicht zit en aan de andere kant de positie van het gewicht verschilt dan worden deze vragen niet goed beantwoord. Leerlingen beantwoorden ook vragen 9 t/m 12 en 25 t/m 28 goed.
 4. Iemand die zich in cognitieve fase 4 bevindt vermenigvuldigt aan beide kanten het gewicht en de afstand en het product wordt met elkaar vergeleken. Leerlingen beantwoorden ook vraag 13 t/m 16 en 29 t/m 32 goed.
-

Tabel 3

Scoringsprotocol voor het bepalen van de score op de computertaken

1. Voor het goed beantwoorden van de vragen over de effecten van een onafhankelijke variabelen wordt telkens 1 punt gegeven. Dit is voor de onafhankelijke variabelen welke geen effect hebben en de onafhankelijke variabele welke een hoofdeffect heeft.
2. Voor het goed beantwoorden van de interactie tussen twee onafhankelijke variabelen worden 2 punten gegeven.

Tabel 4

Citaten van de leerlingen die een interactie hebben ontdekt in de plantengroei taak

Proefpersoon	Citaat
1	‘het ligt aan de pot: als de pot groot is dan word de plant langer met 2x water en niet lang met 1x water. In een kleine pot moet 1x water geven dan wordt hij langer’
2.	‘als de pot groot is moet je 2 keer water geven en als de pot klein is 1 keer water geven voldoende’
3.	‘een kleine bloempot moet 1x water en een grote 2x’
4.	‘als je een grote pot hebt moet je 2 keer per week water geven en bij een kleine pot 1 keer per week water geven’
5.	‘het ligt eraan hoe vaak je water geeft als je 1 keer water geeft is een kleine pot het beste maar geef je 2 keer water dan is een kleine pot juist nadelig en kan je beter een grote pot nemen’

Resultaten

Pretest

Eerst werd de analyse op conditieniveau uitgevoerd en daarna op groepsniveau om te controleren of de groepen voorafgaand aan het onderzoek vergelijkbaar waren. De analyse tussen de twee condities werd uitgevoerd aan de hand van een Mann Withney U- test. Het verschil tussen de condities is niet significant met $p = .75$. Om te onderzoeken of er een significant verschil was tussen de vier groepen van het onderzoek voorafgaand aan het onderzoek werd een Chi- kwadraat toets uitgevoerd. In Tabel 5 staat de kruistabel voor de variabelen Experimentele groep en Pretest. Het verschil tussen de vier groepen is niet significant $\chi^2(9, N=51) = 8.10, p = .52$.

Daarna werd er gecontroleerd of de pretest iets zegt over de prestatie op de computertaken. Hiervoor werden de ruwe scores van de pretest gebruikt, dat wil zeggen het aantal goed beantwoorde vragen op de pretest. Deze werd vergeleken met het totaal aantal behaalde punten op de computertaak, dit is het aantal punten behaald voor het ontdekken van de interacties en de punten behaald op de overige variabelen. De ruwe scores werden hier gebruikt omdat het hier niet gaat om het cognitieve niveau van de leerlingen maar juist om hoe goed de test gemaakt is in vergelijking met hoe goed de computertaken uitgevoerd zijn. Om te onderzoeken of het totaal aantal behaalde punten op de computertaken samenhangt met het totaal aantal punten behaald op de pretest werd een Spearman correlatie uitgevoerd. Er was een zwakke negatieve, niet significante correlatie tussen het totaal aantal punten op de pretest en het totaal aantal punten op de computertaken ($r_s(49) = -.092, p = .52$). Er bleek dus geen samenhang te zijn tussen de pretest en de computertaken.

Tabel 5

Kruistabel van de cognitieve fase op de pretest en de ingedeelde conditie.

Conditie	Pretest				Totaal
	1	2	3	4	
1: analogie, eerst milieutaak	0	9	3	3	15
2: analogie, eerst plantengroei taak	2	7	2	1	12
3: controle, eerst milieutaak	0	7	2	3	12
4: controle, eerst plantengroei taak	2	8	2	0	12
Totaal	4	31	9	7	51

Vragenlijst computertaken

Eerst werd de analyse gedaan zonder onderscheid te maken tussen de vier groepen. Er werd onderzocht of er tussen de analogie conditie en de controle conditie een verschil is in het beantwoorden vragenlijsten bij de computertaken. Voor het vergelijken van de gemiddelden van de twee condities, analogie en controle, werd een T- toets voor onafhankelijke steekproeven uitgevoerd. Het verschil tussen de twee condities is niet significant, $t(49) = 1.1$, $p = .28$. Om te onderzoeken of er een verschil is tussen de twee analogie groepen in het totaal aantal punten behaald op de vragenlijsten van de computertaken werd een T- toets voor onafhankelijke steekproeven uitgevoerd. Er is een significant verschil tussen de analogie condities in het totaal aantal punten dat behaald is op de vragenlijsten, $t(25) = -2.2$, $p = .04$. In Tabel 6 staan de gemiddelden en standaardafwijkingen van het aantal punten behaald op de vragenlijst van de twee analogie groepen. Om te controleren of er een verschil is tussen de twee controle groepen in het totaal aantal punten behaald op de computertaken werd een T-toets voor onafhankelijke steekproeven uitgevoerd. Er is geen verschil gevonden tussen de twee controle condities in het totaal aantal punten dat behaald is op de vragenlijsten, $t(22) = -.1$, $p = .91$.

Daarna werd er geanalyseerd aan de hand van de vier groepen. Voor het onderzoeken of er een verschil is tussen de vier condities in het beantwoorden van de vragen bij de computertaken werd een 2 (Analogieconditie vs. Controleconditie) x 2 (Plantengroei taak vs. Milieutaak) One- way ANOVA uitgevoerd met als onafhankelijke variabele de variabele totaalpunten. De verschillen waren niet significant, $F(3, 47) = 1.9$, $p = .14$.

Er is alleen een verschil gevonden tussen de twee analogie groepen in het invullen van de vragenlijst. Dit effect werd niet gevonden bij het analyseren tussen de vier groepen. Dit kan mogelijk verklaard worden doordat er een groot verschil is tussen de twee analogie groepen en dat de controle groepen tussen de twee analogie groepen scoren. Het verschil tussen de twee analogie groepen werd nader onderzocht door naar de scores op de vragen naar irrelevante effecten en hoofdeffecten apart te kijken en te controleren of het significante verschil door één van deze effecten kan worden verklaard. Er wordt een T- toets voor onafhankelijke steekproeven uitgevoerd voor beide effecten. Er is geen significant verschil in het beantwoorden van de irrelevante effect vragen, $t(25) = -1.4$, $p = .19$, en hoofdeffect vragen, $t(25) = .7$, $p = .51$.

Tabel 6

Gemiddelden en standaardafwijkingen van aantal punten behaald op de vragenlijst bij de computertaken

Conditie	N	Gemiddelde*	Standaardafwijkingen
1: analogie, eerst milieutaak	15	4.20	1.78
2: analogie, eerst plantengroei taak	12	5.67	1.72

Noot: * maximale score is 10.

Ontdekken interacties

Voordat er onderzoek werd gedaan door middel van de subgroepen, werd hier eerst geanalyseerd aan de hand van de twee condities, analogie en controle. Om te onderzoeken of er een verschil is tussen de analogie conditie en de controle conditie in het ontdekken van interacties werd een Chi- kwadraat toets uitgevoerd. In Tabel 7 staat de kruistabel. Er is een significant verschil tussen de analogie conditie en de controle conditie in het ontdekken van interacties, $\chi^2(1, N=51) = 4.93, p = .03$.

Daarna werd er gecontroleerd of er een verschil is tussen het ontdekken van een interactie in de milieutaak en de plantengroei taak. Aan de hand van de gemiddelden en standaardafwijkingen in Tabel 8 kwam naar voren dat er in de milieutaak geen interactie is ontdekt. Het aantal leerlingen dat een interactie heeft ontdekt in de plantengroei taak staat weergegeven in Tabel 8. Leerlingen kregen twee punten voor het ontdekken van een interactie. Door het doen van een Levene's test om te controleren of de variantie tussen de vier condities gelijk zijn wordt er gekeken of de ANOVA gebruikt mag worden bij deze gegevens. Uit de Levene's test komt naar voren dat dit significant is, $p < .001$. Dit betekent dat de variantie tussen de vier condities niet gelijk is, er is niet aan de voorwaarde van gelijke variantie voldaan, en daardoor mag een ANOVA niet worden uitgevoerd. Hierdoor werd de non- parametrische versie van een ANOVA, de Kruskal- Wallis, hier uitgevoerd. Uit de Kruskal- Wallis komt naar voren dat het ontdekken van interacties significant is, $p < .01$.

Tabel 7

Kruistabel van het totaal aantal leerlingen dat een interactie heeft ontdekt en de twee condities

Conditie	Totaal aantal mensen dat een interactie heeft ontdekt		
	Niet	Wel	Totaal
1: analogie	22	5	27
2: controle	24	0	24
Totaal	46	5	51

Tabel 8

Aantal leerlingen dat de interactie ontdekte

Groep	Conditie	eerste taak	N	tweede taak	N
1	Analogie	Milieutaak	0	Plantengroei taak	0
2	Analogie	Plantengroei taak	5	Milieutaak	0
3	Controle	Milieutaak	0	Plantengroei taak	0
4	Controle	Plantengroei taak	0	Milieutaak	0

Noot: N = Het aantal personen dat de interactie in de taak heeft ontdekt

Verdieping

In de verdieping werden de plantengroei taak en milieutaak eerst met elkaar vergeleken om te controleren of de ene taak niet een hogere moeilijkheidsgraad had dan de andere taak. Verder werd er niet op de milieutaak ingegaan omdat hier geen interactie is ontdekt door een leerling. De analogie conditie die als eerst de plantengroei taak heeft uitgevoerd was beter in het ontdekken van de interactie bij de plantengroei taak. Om verder te onderzoeken of hier een reden voor kan zijn wordt de uitvoering van de taken verder onderzocht. Hiervoor werd er gekeken naar het aantal experimenten dat er wordt uitgevoerd, wellicht hebben de leerlingen in de analogie conditie die als eerst de plantengroei taak hebben uitgevoerd meer experimenten gedaan en is het dus belangrijk om veel experimenten te doen om een interactie te kunnen ontdekken. Verder werd er onderzocht of er een verschil is in uitvoering van de eerste taak die gemaakt wordt en de tweede taak die gemaakt wordt, dit om te controleren of misschien de volgorde van de taken van belang is geweest bij het aantal experimenten dat is uitgevoerd op een taak en dus bij het ontdekken van de interactie en het goed beantwoorden van de overige effecten in een computertaak.

Om te controleren of de taken vergelijkbaar waren in moeilijkheidsgraad werden de twee taken in het totaal aantal punten behaald op de taken met elkaar vergeleken. Hiervoor werd een T- toets voor gepaarde steekproeven uitgevoerd. Het verschil tussen het aantal punten behaald op de plantengroei taak en de milieutaak was niet significant, $t(50) = -.81$, $p = .42$.

Alle vier de groepen werden met elkaar vergeleken in het totaal aantal experimenten dat is uitgevoerd door de leerlingen op de plantengroei taak. Uit de Levene's test voor gelijke variantie tussen de groepen komt naar voren dat deze significant is, $p < .001$, en daardoor mag een ANOVA niet worden uitgevoerd. Dit betekent dat de variantie tussen de vier groepen niet gelijk is, er is niet aan de voorwaarde van gelijke variantie voldaan. Hierdoor werd de non-parametrische versie van een ANOVA, de Kruskal- Wallis, hier uitgevoerd. Uit de Kruskal- Wallis komt naar voren dat het uitvoeren van het aantal experimenten significant is, $p < .001$. Uit Tabel 9 komt wel naar voren dat de analogie conditie die als eerst de plantengroei taak heeft uitgevoerd bij de plantengroei taak gemiddeld duidelijk meer experimenten heeft uitgevoerd. Verder heeft de controle conditie die als eerst de plantengroei taak heeft uitgevoerd ook meer experimenten uitgevoerd op die taak dan de twee groepen die de plantengroei taak als tweede taak uitvoerden. Om te controleren of het zo is dat er op de eerste taak die gemaakt wordt significant meer experimenten worden uitgevoerd dan op de tweede taak werd een T- toets voor gepaarde steekproeven uitgevoerd. Het eerste paar is het aantal experimenten uitgevoerd op de eerste taak en het tweede paar is het aantal experimenten uitgevoerd op de tweede taak. In Tabel 10 worden de gemiddelden en standaardafwijkingen weergegeven. Het verschil tussen het aantal experimenten op de eerste taak en het aantal experimenten op de tweede taak is significant, $t(50) = 5.57$, $p < .001$.

Tabel 9

Gemiddelden en standaardafwijkingen van het totaal aantal experimenten dat is uitgevoerd op de plantengroei taak

Conditie	N	Gemiddelde	SD
1: analogie, eerst milieutaak	15	10.27	3.39
2: analogie, eerst plantengroei taak	12	27.83	15.01
3: controle, eerst milieutaak	12	11.25	4.88
4: controle, eerst plantengroei taak	12	21.75	7.85

Tabel 10

Gemiddelden en standaardafwijkingen van het aantal experimenten op de eerste taak die gemaakt wordt en de tweede taak die gemaakt wordt

Taak	Gemiddelde	Standaardafwijkingen
Eerste taak	19.82	11.00
Tweede taak	11.27	3.94

Het aantal experimenten uitgevoerd op de eerste taak valt hoger uit dan het aantal experimenten op de tweede taak. Tenslotte werd er onderzocht of door het verschil in het aantal experimenten op de eerste en tweede taak er misschien ook een verschil is in het aantal goed beantwoorde vragen bij de taken. Kortom, is er een verschil in het goed beantwoorden van de vragen over de taak wanneer er meer of minder experimenten worden uitgevoerd? Hiervoor werd een T- toets voor gepaarde steekproeven uitgevoerd met als eerste paar het behaalde aantal punten op de eerste taak en als tweede paar het behaalde aantal punten op de tweede taak. In Tabel 11 worden de gemiddelden en standaardafwijkingen weergegeven. Het verschil tussen het aantal goed beantwoorde vragen op de eerste taak en het aantal goed beantwoorde vragen op de tweede taak is significant, $t(50) = -2.6$, $p = .01$. Uitgaande van de gemiddelden van de eerste en tweede taak, worden er significant meer punten behaald op de tweede taak.

Er worden dus meer punten behaald op de tweede taak in vergelijking met de eerste taak. Om dit verder te onderzoeken wordt er gekeken of er een verschil is in het behaalde aantal punten tussen de irrelevante effect variabelen op de eerste en tweede taak en de hoofdeffect variabelen op de eerste en tweede taak. Voor beide vergelijkingen wordt een T-toets voor gepaarde steekproeven uitgevoerd. Het is niet statistisch significant aangetoond dat er een verschil is tussen de eerste en tweede taak in het behaalde aantal punten voor het ontdekken van irrelevante effecten, $t(50) = -1.5$, $p = .13$, en hoofdeffecten, $t(50) = -1.6$, $p = .11$. Het verschil tussen het aantal punten op de eerste en tweede taak is niet te wijten aan een vooruitgang in het ontdekken van een specifiek effect, de vooruitgang is globaal.

Tabel 11

Gemiddelden en standaardafwijkingen van het totaal aantal punten behaald op de eerste en tweede taak

	Gemiddelde	Standaardafwijkingen
Eerste taak	2.02	0.149
Tweede taak	2.37	0.122

Conclusie/ discussie

Het doel van dit onderzoek was om te onderzoeken of een analogie ervoor kan zorgen dat leerlingen beter interacties ontdekken tijdens onderzoekend leren. Hiervoor is een analogie verhaal ontwikkeld met een zelfde onderliggende variabele structuur als in een tweetal inquiry leertaken. De analogie had een positief effect op het vinden van een interactie. Dit effect was echter volledig te wijten aan prestaties op de plantengroei taak. Bovendien gold dit alleen wanneer de plantengroei taak als eerste werd uitgevoerd. De leerlingen in de analogieconditie die eerst de milieutaak uitvoerden en daarna de plantengroei taak vonden geen interactie in de plantengroei taak. Aan de hand van nadere analyses van het aantal experimenten en het beantwoorden van de vragen komt naar voren dat de leerlingen bij de eerste taak significant meer experimenten uitvoerden. Daarnaast kwam naar voren dat de leerlingen bij de tweede taak minder experimenten doen, maar wel significant beter waren in het beantwoorden van de vragen bij de taak. Een verklaring hiervoor is het leereffect. Bij de eerste taak waren de leerlingen nog niet bekend met het programma FILE en het doen van experimenten met dit programma. Daardoor zijn er waarschijnlijk meer experimenten uitgevoerd om te kijken wat er gebeurde. Hoe kan het dan zijn dat er bij meer experimenten eerder interacties worden ontdekt maar minder irrelevante en hoofdeffecten. Bij het ontdekken van de interacties heeft de analogie mogelijk een positief effect op het experimenteergedrag gehad bij de eerste taak en daaruit kan geconcludeerd worden dat er waarschijnlijk meer experimenten nodig zijn voor het ontdekken van interacties. Dat er minder irrelevante en hoofdeffecten zijn ontdekt bij de eerste taak valt te verklaren doordat de leerlingen waarschijnlijk minder gestructureerd te werk zijn gegaan bij de eerste taak. Doordat er weinig kennis was van het programma FILE hebben de leerlingen waarschijnlijk minder hypothesen en onderzoeksplannen opgesteld en minder gevolgtrekkingen gedaan. Dit kan te maken hebben met de onbekendheid met het werken met een FILE taak en dat heeft er dan voor gezorgd dat er meer experimenten werden opgesteld. Bij de tweede taak kende ze het principe van een FILE taak en gingen ze efficiënter werken. Dit strookt met de ervaringscurve van Bruce Henderson en de Boston Consulting Group, ontdekt in 1960 (Day, & Montgomery, 1983). Door meer ervaring wordt er beter en gestructureerde gewerkt en is er minder nodig voor meer.

Uit het onderzoek komt naar voren dat er bij de milieutaak geen leerlingen waren die de interactie ontdekten. Uit de analyse komt naar voren dat er geen verschil is in het aantal punten behaald op de plantengroei taak en de milieutaak verder. De twee taken waren dus vergelijkbaar in moeilijkheidsgraad. Een verklaring voor het niet ontdekken van een interactie

bij de milieutaak kan zijn dat het effect van de analogie afhangt van het domein. De analogie zorgt ervoor dat alleen in het domein biologie (plantengroei taak) en niet in het domein aardrijkskunde (milieutaak) de interactie wordt ontdekt. Dit kan komen doordat een leerling bijvoorbeeld minder kennis heeft van het aardrijkskunde domein dan van het biologie domein. Domeinkennis zorgt voor een bepaalde strategie waarmee de taak wordt gemaakt en dit zorgt ervoor dat de taak waar meer kennis over is, beter gemaakt wordt (Lazonder, Wilhelm, & Hagemans, 2008). Voorkennis is waarschijnlijk een mediërende variabele in het effect dat de analogie kan sorteren. Bij de plantengroei taak hebben alleen leerlingen de interactie ontdekt die als eerst de plantengroei taak moesten uitvoeren. Leerlingen in de andere analogie conditie die als eerste de milieutaak kreeg ontdekten geen interactie bij de plantengroei taak. Mogelijk kan dit komen doordat het effect van de analogie was uitgedoofd. De Leerlingen waren zich misschien niet meer bewust van het belang van de analogie tijdens het maken van de computertaken. Op de pagina met de uitleg over de afbeeldingen van de computertaak stond wel bij beide taken een plaatje van twee hamsters die ook in het analogie verhaal naar voren kwamen. Mogelijk kan het zijn dat dit helemaal geen effect heeft gehad op het experimenteel gedrag van de leerlingen en dat het plaatje er niet voor heeft gezorgd dat de analogie actief bleef in het geheugen van de leerlingen. Een analogie kan ook gevoelig zijn voor cross-cultureel en cross- geslacht aspecten (Forisek, & Steinova, 2012; Keranen, 2005). De analogie die in dit onderzoek gebruikt wordt kan hier ook door beïnvloed zijn. De interactie bij de plantentaak is namelijk alleen door vrouwen ontdekt.

Verder komt uit de analyse naar voren dat de analogie conditie en de controle conditie die als eerste de plantengroei taak hebben gemaakt in totaal meer experimenten hadden uitgevoerd. De condities die als eerst de plantengroei taak uitvoerden kwamen uit dezelfde klas. Een verklaring hiervoor kan zijn dat de leerlingen in de conditie die als eerst de milieutaak uitvoerde, minder gemotiveerd waren in het lezen van de analogie. Hierdoor kan het zijn dat deze leerlingen ook geen interactie hebben ontdekt bij de computertaken. Tijdens het uur dat deze leerlingen de analogie kregen werd een film getoond die zij graag wilden zien. Deze leerlingen vonden het moeilijk om te accepteren dat er 10 tot 15 minuten van de film gemist werd. Een mindere motivatie kan dus invloed hebben gehad op het aantal experimenten dat is uitgevoerd en daaraan gerelateerd het aantal interacties dat is ontdekt.

Uit de Relational complexity theory komt naar voren dat kinderen op jonge leeftijd al interacties kunnen duiden. Op een gemiddelde leeftijd van 11 jaar zouden ze al quartaire relaties kunnen duiden, dit zijn relaties tussen vier variabelen. Bij een inquiry leertaak waar

een binaire relatie naar voren komt zouden kinderen van een gemiddelde leeftijd van twee dit al moeten kunnen duiden (Halford, Andrews, Dalton, Boag, & Zielinski, 2002). In dit onderzoek hebben de leerlingen een gemiddelde leeftijd van 12.82 jaar en komt er naar voren dat de ze het moeilijk vinden om interacties te duiden. In de meerderheid van de gevallen wordt er geen interactie bij de twee computertaken ontdekt. Mogelijk kan dit verklaard worden doordat de eerdere bevindingen met een balansschaalprobleem gedaan zijn (Halford et al., 1998) en een minder complexe balansschaal met één arm (Andrews, Graeme, Murphy, & Knox, 2009). Bij een balansschaalprobleem zijn er twee variabelen die interacteren met elkaar en invloed hebben op de afhankelijke variabele balans. In de inquiry leertaken in dit onderzoek waren er meerdere variabelen die invloed hadden op de afhankelijke variabelen (hoofdeffecten, irrelevante effecten). Meerdere variabelen die ervoor zorgen dat de cognitieve lading omhoog gaat en het voor het werkgeheugen moeilijker is om dit te verwerken. Verder moet er bij een inquiry leertaak ook actief aan de taak gewerkt worden, leerlingen moeten zelf experimenten opstellen (Halford, Wilson, & Phillips, 1998). De cognitieve belasting bij de inquiry leertaak zou dus hoger kunnen zijn dan die in de balansschaal. Kinderen kunnen dus op jonge leeftijd wel interacties duiden en begrijpen, maar nog niet zelf onderzoeken en ontdekken.

Na de analyse van de pretest komt naar voren dat de scores behaald op de computertaken, punten op de interactie apart en punten van alle vragen op de vragenlijst bij elkaar opgeteld, niet samenhangt met de ruwe scores van de pretest. Dat betekent dat de pretest geen valide meting was voor de uitvoering van de computertaken. De pretest geeft dus geen goede indicatie van het niveau van de vaardigheden van de leerlingen die gebruikt moeten worden bij de computertaken. Er moet dus een pretest moeten worden ontwikkeld waarin dezelfde vaardigheden naar voren komen als die gebruikt moeten worden bij het maken van de computertaken. Hierin moeten dus onderzoeksvaardigheden van de leerlingen naar voren komen.

Het is niet zeker of een analogie wel of niet helpt bij het ontdekken van interacties. Er moet meer onderzoek naar gedaan worden. Bij het onderzoek is het van belang dat alle leerlingen gemotiveerd zijn om mee te doen aan het onderzoek. Dit kan gedaan worden door er bijvoorbeeld voor te zorgen dat de leerlingen op dat moment niet iets anders leuks hebben, daarnaast kan een beloning ook helpen voor een betere motivatie van de leerlingen. Verder is van belang dat wanneer de leerlingen de computertaken maken zij niet worden afgeleid door

andere leerlingen. Bij dit onderzoek deden ongeveer 25 leerlingen tegelijk de computertaken. De computers stonden in rijtjes van vier en daardoor is het dus mogelijk dat de leerlingen die de interactie hebben ontdekt bij de plantengroei taak bij elkaar hebben gezeten. Er kan ervoor gekozen worden om de taken ook in kleinere groepjes te laten plaatsvinden net als wat bij het lezen van de analogie is gebeurd. Hierdoor kan er beter in de gaten worden gehouden of leerlingen niet samenwerken. Verder moet er gezorgd worden dat de leerlingen zich bewust blijven van het belang van de analogie bij het maken van de computertaken. In plaats van het plaatje van de hamsters op de afbeeldingenpagina van de computertaken kan ook klassikaal het belang van de analogie benadrukt worden door de onderzoeker. Dit kan dan gedaan worden voor elke computertaak die de leerlingen moeten maken zodat je er redelijk zeker van bent dat de leerlingen de analogie actief hebben in het geheugen tijdens het maken van de computertaken.

Een verklaring waarom er in de milieutaak geen interactie is ontdekt kan zijn dat het effect van de analogie domein afhankelijk is. Dit moet verder worden onderzocht of dit daadwerkelijke het geval is. Dit zou gedaan kunnen worden door de leerlingen meerdere taken te laten uitvoeren in het biologie en aardrijkskunde domein. Daarna kan er vergeleken worden of er in het ene domein beter interacties worden ontdekt dan in het andere domein. Mocht dit het geval zijn, kan er dan ook een analogie worden ontworpen die voor alle domeinen zorgt voor het ontdekken van interacties? Het kan ook zijn dat er een interactie is tussen het effect van de analogie en het niveau van de voorkennis. Voorkennis van het analogiedomein kan ervoor zorgen dat de analogie anders verwerkt wordt. Deze voorkennis zou gemeten kunnen worden door voorafgaand aan de analogie aan de leerlingen vragen te stellen over het domein van de analogie. In dit onderzoek wordt een analogie gebruikt waar een verhaal over hamsters naar voren komt. De kennis over hamster en hun leefomstandigheden zou gemeten kunnen worden. Tenslotte kan kennis over het taakdomein ook van invloed zijn geweest op het wel of niet ontdekken van de interacties. Deze voorkennis kan ervoor zorgen dat leerlingen bepaalde hypotheses en experimenten opstellen. Niveau van kennis over het analogiedomein en het taakdomein en daarnaast het wel of niet krijgen van het analogie verhaal kunnen dus alle drie van invloed zijn geweest op het wel of niet ontdekken van de interacties in de computertaken.

Een suggestie voor verder onderzoek is door de controle conditie niet niets te laten doen maar deze groep de vaardigheidstraining van Schimmel te geven (Beishuizen, Wilhelm, & Schimmel, 2004). Uit dit onderzoek komt naar voren dat de conditie met de

vaardigheidstraining beter was in het ontdekken van de interacties dan de conditie die mocht oefenen met de taken. Hierdoor kan een analogie vergeleken worden met een training waarbij al is aangetoond dat het zorgt voor het beter ontdekken van interacties. Er kan daardoor gecontroleerd worden of een analogie een betere manier is voor het ontdekken van interacties. Zorgt het bijvoorbeeld voor het beter ontdekken van interacties, dan is een analogie een efficiëntere manier voor het ontdekken van interacties dan een vaardigheidstraining. Het ontwikkelen van een analogie kost niet veel tijd en daarnaast neemt het lezen van de analogie door de leerlingen ook weinig tijd in beslag.

Referenties

- Andrews, G., Graeme H.S., Murphy, K., & Knox, K. (2009). Integration of weight and distance information in young children: The role of relational complexity. *Cognitive Development*, 24, 49-60.
- Bassok, M., Holyoak, K.J., & Dunbar, K.N. (2012). Introduction to the special section on the neural substrate of analogical reasoning and metaphor comprehension. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, 38(2), 261-263.
- Beishuizen, J., Wilhelm, P., & Schimmel, M. (2004). Computer supported inquiry learning: effects of training and practice. *Computers & Education*, 42, 389-402.
- Bell, T., Urhahne, D., Schanze, S., & Ploetzner, R. (2010). Collaborative inquiry learning: Models, tools, and challenges. *International Journal of Science Education*, 32(3), 349-377.
- 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.
- Clement, C. A., & Gentner, D. (1991). Systematicity as a selection constraint in analogical mapping. *Cognitive Science*, 15, 89-132.
- Day, G.S., & Montgomery, D.B. (1983). Diagnosing the experience curve. *Journal of Marketing*, 47(2), 44-58.
- Forisek, M., & Steinova, M. (2012). Metaphors and analogies for teaching algorithms. *Computer Science Education*, 15-20
- Gick, M.L., Holyoak, K.J. (1980). Analogical problem solving. *Cognitive Psychology*, 12, 306-355.
- Goswami, U. (1991). Analogical reasoning: What develops? A review of research and theory. *Child Development*, 62, 1-2.

- Halford, G.S. (1992). Analogical reasoning and conceptual complexity in cognitive development. *Human Development*, 35, 193-217.
- Halford, G.S., Andrews, G., Dalton, C., Boag, C., & Zielinski, T. (2002). Young children's performance on the balance scale: the influence of relational complexity. *Journal of Experimental Child Psychology*, 81, 417-445.
- Halford, G.S., Wilson, W.H., & Phillips, S. (1998). Processing capacity defined by relational complexity: Implications for comparative, developmental, and cognitive psychology. *Behavioral and Brain Sciences*, 21, 803-865.
- Hulshof, C.D. (2001). Discovery of ideas and ideas about discovery. Proefschrift Universiteit Twente.
- Hulshof, C.D., Wilhelm, P., Beishuizen, J.J., & Rijn, H. (2004). FILE: a tool for the study of inquiry learning. *Computer in Human Behavior*, 21, 945-956.
- Hogan, K., & Fisherkeller, J. (2000). Dialogue as data: Assessing students' scientific reasoning with interactive protocols. In J. J. Mintzes, J. H. Wandersee, & J. D. Novak (Eds.), *Assessing science understanding: A human constructivist view*, 95-127. San Diego, CA: Academic
- Kessels, J.W.M., & Poell, R.F. (2001). Human resource development: Organiseren van het leren. Groningen: Samsom.
- Klahr, D., & Dunbar, K. (1988). Dual space search during scientific reasoning. *Cognitive Science*, 12, 1-48.
- Kuhn, D. (1990). Developmental perspectives on teaching and learning thinking skills. *Contributions to Human Development* (21). New York: Karger.

- Kuhn, D., Black, J., Keselman, A., & Kaplan, D. (2000). The development of cognitive skills to support inquiry learning. *Cognition and Instruction*, 18, 495–523.
- Kuhn, D., Franklin, S. (2006). The second decade: What develops (and how). *Handbook of child psychology*, 2(6), 953-993.
- Lazonder, A.W., Mulder, Y., & Wilhelm, P. (2011). Onderzoek in het primair onderwijs. Eindrapport Universiteit Twente.
- Lazonder, A.W., Wilhelm, P., & Hagemans, M.G. (2008). The influence of domain knowledge on strategy use during simulation- based inquiry learning. *Learning and Instruction*, 18(6), 580-593.
- Njoo, M., & De Jong, T. (1993). Exploratory learning with a computer simulation for control theory: learning processes and instructional support. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 821–844.
- Siegler, R.S. (1976). Three aspects of cognitive development. *Cognitive Psychology*, 8, 481-520.
- Sun, D., & Looi, C.K. (2012). Designing a web- based science learning environment for model- based collaborative inquiry. *Journal of Science Education and Technology*, 1-17.
- Valstar, J. (1996). De uitdaging van het constructivisme. *Voorwerk*, 1-7.
- Veenman, M.V.J., Wilhelm, P., & Beishuizen, J.J. (2004). The relation between intellectual and metacognitive skills from a developmental perspective. *Learning and Instruction*, 14, 89-109.
- Wang, J. (2010). A web- based platform for inquiry learning. *Computer Engineering and Applicaton*, 2, 224-227.

Wilhelm, P., & Beishuizen, J.J. (2003). Content effects in self-directed inductive learning. *Learning & Instruction*, 13, 381–402.

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

Het wegen met een weegschaal

Naam:

Leeftijd:

Klas:

Uitleg

Deze opdracht bestaat uit 32 vragen. Omcirkel de letter (A., B., C., of D.) van jouw antwoord en vul in waarom je hebt gekozen voor dit antwoord.

Bijvoorbeeld:

Je denkt dat antwoord A goed is.

Je omcirkelt de letter A zoals je hieronder kunt zien en vervolgens vul je in waarom je voor A gekozen hebt.

☐ A De weegschaal klapt naar links  want hier geef je aan waarom dit antwoord volgens jou goed is.

Wanneer je denkt dat je een fout hebt gemaakt, dan zet je een kruis door je eerste antwoord en omcirkel je daarna het antwoord dat volgens jou wel goed is.

Bijvoorbeeld:

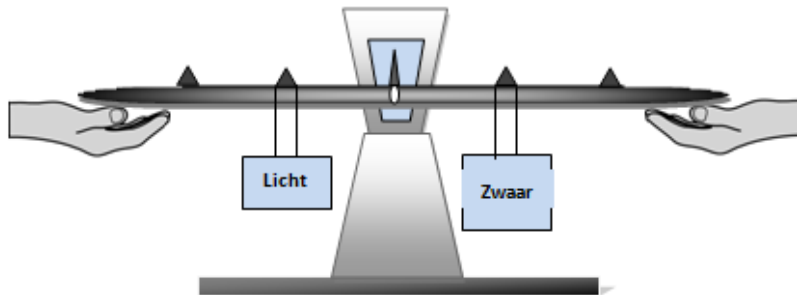
Je hebt eerst antwoord A gegeven maar nu denk je dat het antwoord B is dan doe je dat als volgt:

☒ A
☐ B

Vragen

De volgende vragen gaan over een weegschaal. Aan de weegschaal hangen gewichten. Die zijn licht (**25 gram**) of zwaar (**50 gram**). De weegschaal wordt vastgehouden. Wat gebeurt er als je de weegschaal loslaat?

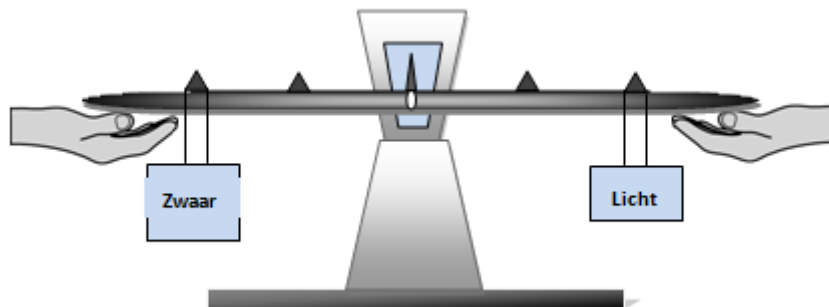
Vraag 1



Wat gebeurt er als je de weegschaal loslaat? Omcirkel en vul in:

- A. De weegschaal klapt naar links  want
-
- B. De weegschaal klapt naar rechts  want
-
- C. De weegschaal blijft in evenwicht, want
-
- D. Ik weet het niet

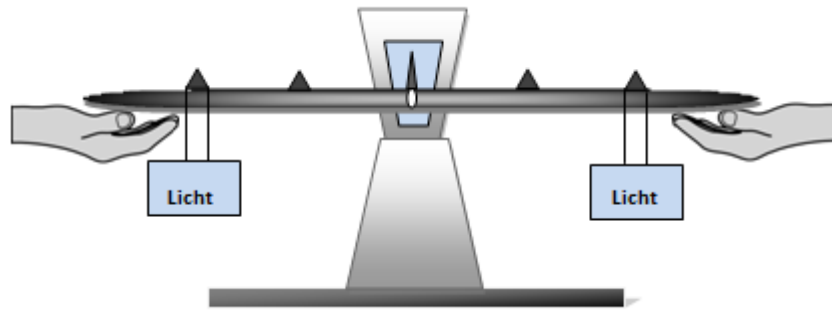
Vraag 2



Wat gebeurt er als je de weegschaal loslaat? Omcirkel en vul in:

- A. De weegschaal klapt naar links  want
-
- B. De weegschaal klapt naar rechts  want
-
- C. De weegschaal blijft in evenwicht, want
-
- D. Ik weet het niet

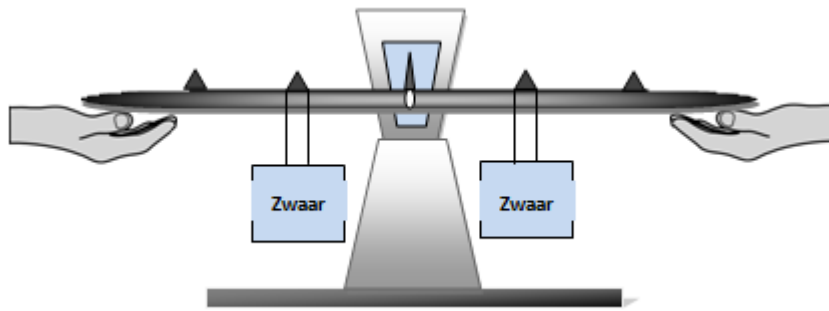
Vraag 3



Wat gebeurt er als je de weegschaal loslaat? Omcirkel en vul in:

- A. De weegschaal klapt naar links  want
-
- B. De weegschaal klapt naar rechts  want
-
- C. De weegschaal blijft in evenwicht, want
-
- D. Ik weet het niet

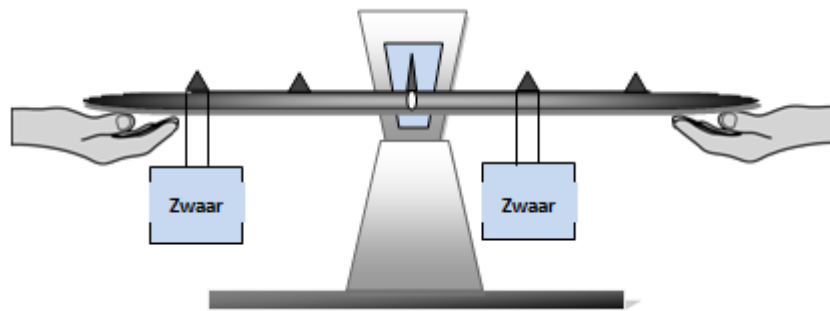
Vraag 4



Wat gebeurt er als je de weegschaal loslaat? Omcirkel en vul in:

- A. De weegschaal klapt naar links  want
-
- B. De weegschaal klapt naar rechts  want
-
- C. De weegschaal blijft in evenwicht, want
-
- D. Ik weet het niet

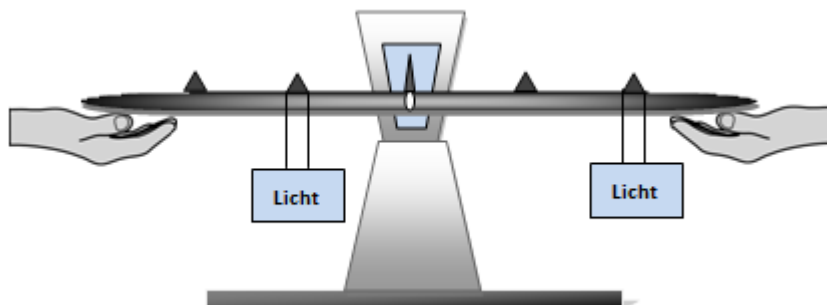
Vraag 5



Wat gebeurt er als je de weegschaal loslaat? Omcirkel en vul in:

- A. De weegschaal klapt naar links  want
-
- B. De weegschaal klapt naar rechts  want
-
- C. De weegschaal blijft in evenwicht, want
-
- D. Ik weet het niet

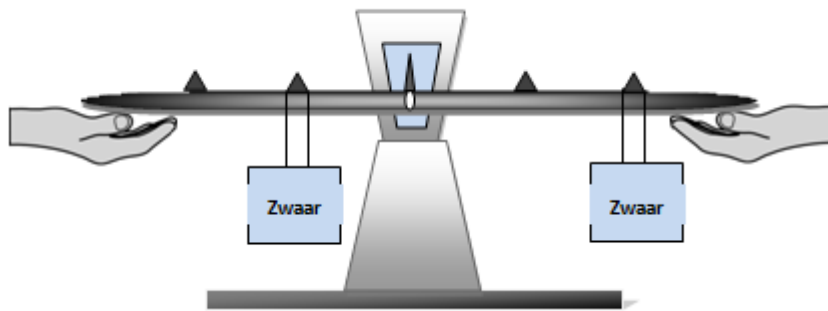
Vraag 6



Wat gebeurt er als je de weegschaal loslaat? Omcirkel en vul in:

- A. De weegschaal klapt naar links  want
-
- B. De weegschaal klapt naar rechts  want
-
- C. De weegschaal blijft in evenwicht, want
-
- D. Ik weet het niet

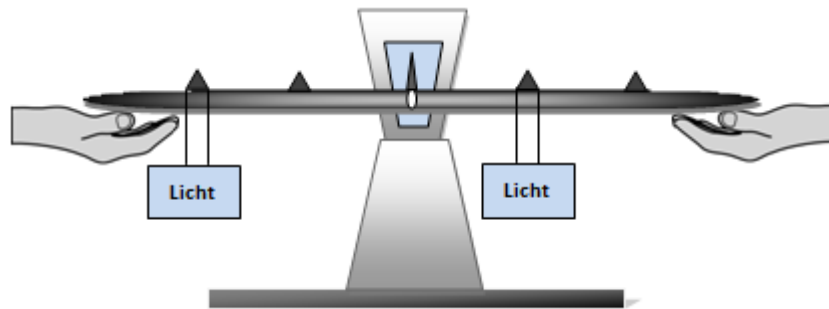
Vraag 7



Wat gebeurt er als je de weegschaal loslaat? Omcirkel en vul in:

- A. De weegschaal klapt naar links  want
-
- B. De weegschaal klapt naar rechts  want
-
- C. De weegschaal blijft in evenwicht, want
-
- D. Ik weet het niet

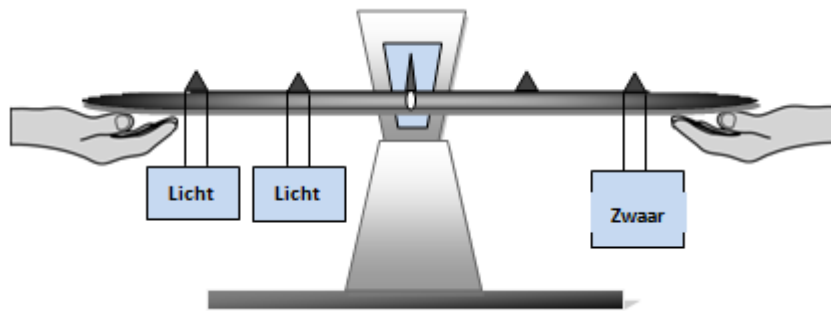
Vraag 8



Wat gebeurt er als je de weegschaal loslaat? Omcirkel en vul in:

- A. De weegschaal klapt naar links  want
-
- B. De weegschaal klapt naar rechts  want
-
- C. De weegschaal blijft in evenwicht, want
-
- D. Ik weet het niet

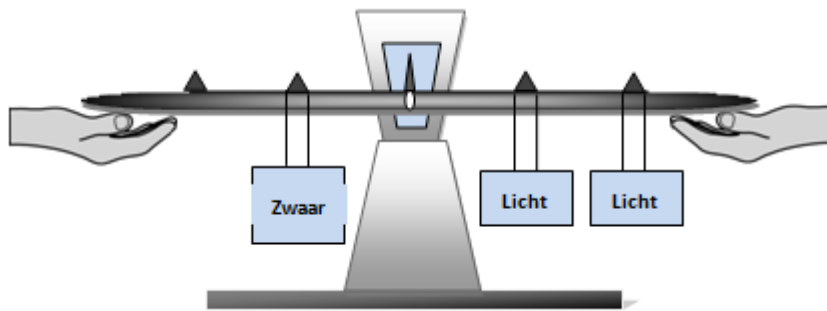
Vraag 9



Wat gebeurt er als je de weegschaal loslaat? Omcirkel en vul in:

- A. De weegschaal klapt naar links  want
-
- B. De weegschaal klapt naar rechts  want
-
- C. De weegschaal blijft in evenwicht, want
-
- D. Ik weet het niet

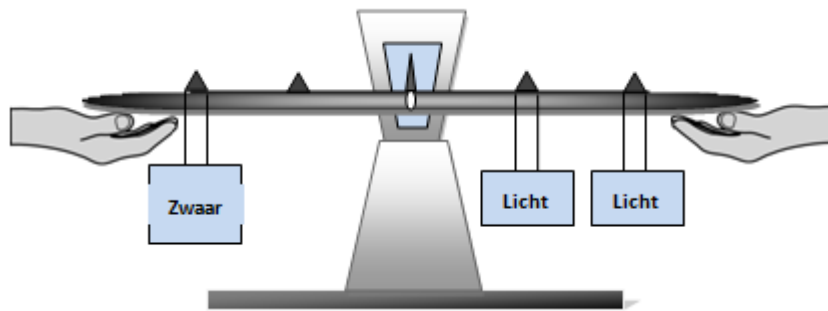
Vraag 10



Wat gebeurt er als je de weegschaal loslaat? Omcirkel en vul in:

- A. De weegschaal klapt naar links  want
-
- B. De weegschaal klapt naar rechts  want
-
- C. De weegschaal blijft in evenwicht, want
-
- D. Ik weet het niet

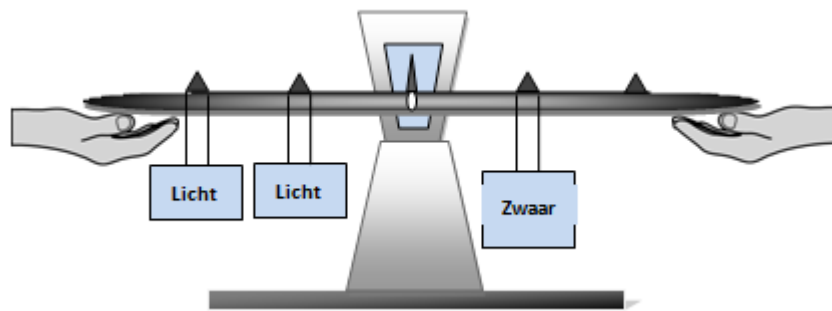
Vraag 11



Wat gebeurt er als je de weegschaal loslaat? Omcirkel en vul in:

- A. De weegschaal klapt naar links  want
-
- B. De weegschaal klapt naar rechts  want
-
- C. De weegschaal blijft in evenwicht, want
-
- D. Ik weet het niet

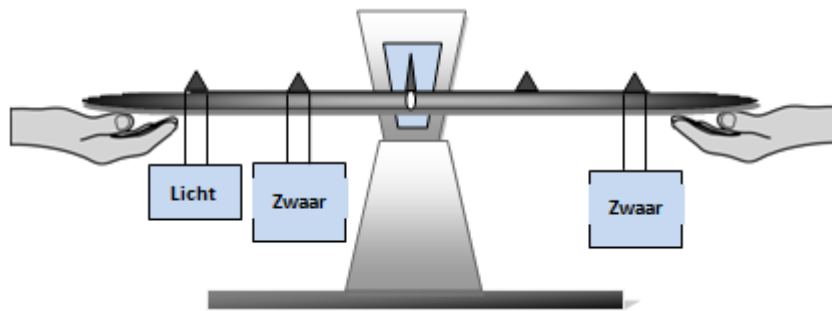
Vraag 12



Wat gebeurt er als je de weegschaal loslaat? Omcirkel en vul in:

- A. De weegschaal klapt naar links  want
-
- B. De weegschaal klapt naar rechts  want
-
- C. De weegschaal blijft in evenwicht, want
-
- D. Ik weet het niet

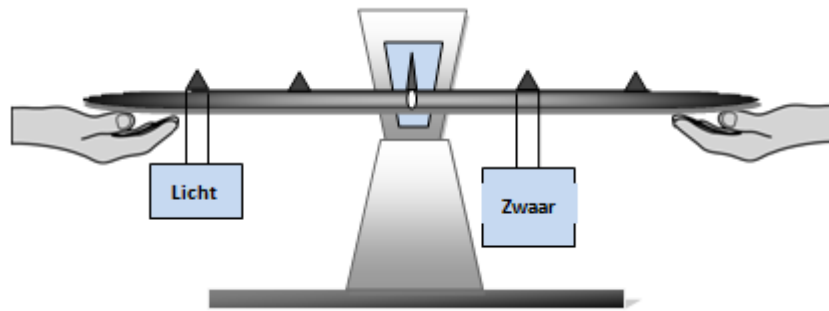
Vraag 13



Wat gebeurt er als je de weegschaal loslaat? Omcirkel en vul in:

- A. De weegschaal klapt naar links  want
-
- B. De weegschaal klapt naar rechts  want
-
- C. De weegschaal blijft in evenwicht, want
-
- D. Ik weet het niet

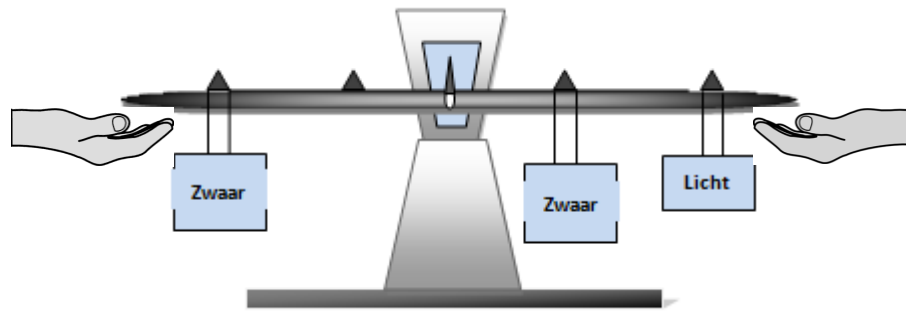
Vraag 14



Wat gebeurt er als je de weegschaal loslaat? Omcirkel en vul in:

- A. De weegschaal klapt naar links  want
-
- B. De weegschaal klapt naar rechts  want
-
- C. De weegschaal blijft in evenwicht, want
-
- D. Ik weet het niet

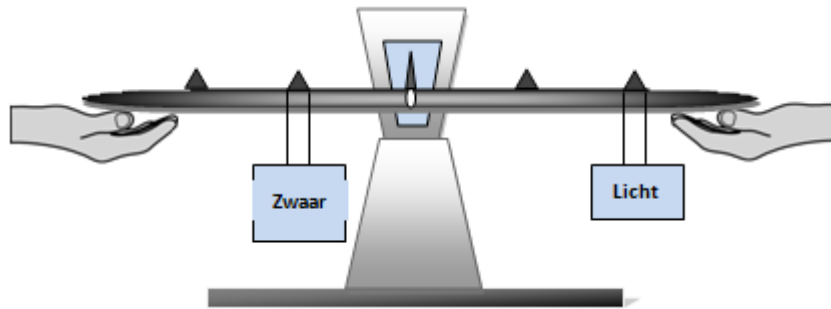
Vraag 15



Wat gebeurt er als je de weegschaal loslaat? Omcirkel en vul in:

- A. De weegschaal klapt naar links  want
-
- B. De weegschaal klapt naar rechts  want
-
- C. De weegschaal blijft in evenwicht, want
-
- D. Ik weet het niet

Vraag 16



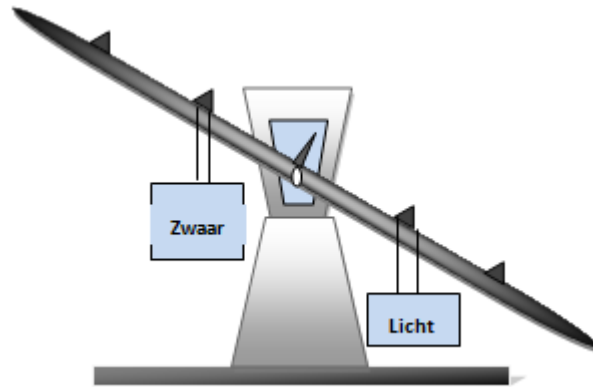
Wat gebeurt er als je de weegschaal loslaat? Omcirkel en vul in:

- A. De weegschaal klapt naar links  want
-
- B. De weegschaal klapt naar rechts  want
-
- C. De weegschaal blijft in evenwicht, want
-
- D. Ik weet het niet

Let op!

Bij de volgende vragen wordt de weegschaal **niet** vastgehouden. Staat hij in de goede stand?

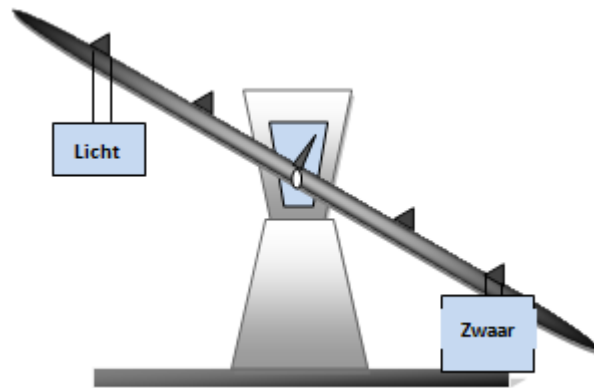
Vraag 17



Staat de weegschaal in de goede stand? Omcirkel en vul in:

- A. Ja, hij staat goed, want
-
- B. Nee, hij staat fout, want
-
- C. Ik weet het niet

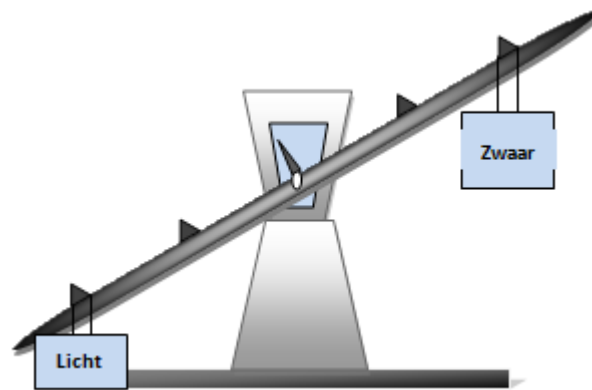
Vraag 18



Staat de weegschaal in de goede stand? Omcirkel en vul in:

- A. Ja, hij staat goed, want
-
- B. Nee, hij staat fout, want
-
- C. Ik weet het niet

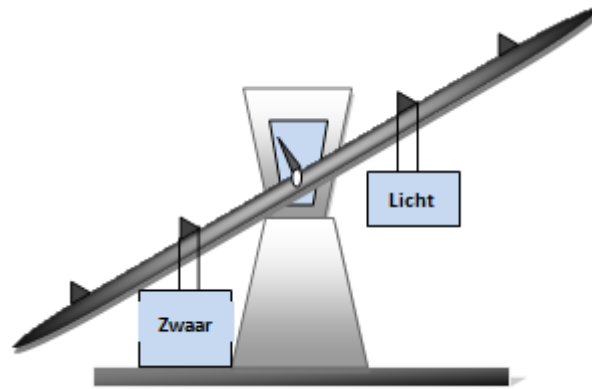
Vraag 19



Staat de weegschaal in de goede stand? Omcirkel en vul in:

- A. Ja, hij staat goed, want
-
- B. Nee, hij staat fout, want
-
- C. Ik weet het niet

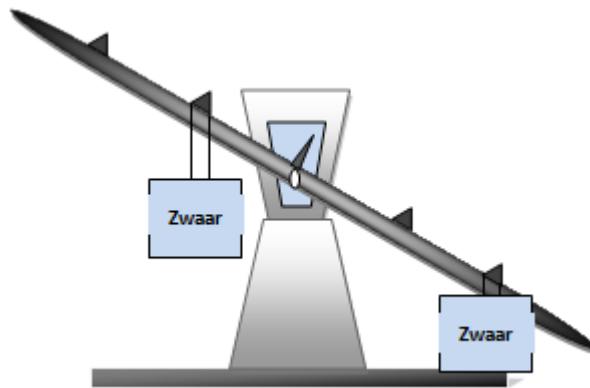
vraag 20



Staat de weegschaal in de goede stand? Omcirkel en vul in:

- A. Ja, hij staat goed, want
-
- B. Nee, hij staat fout, want
-
- C. Ik weet het niet

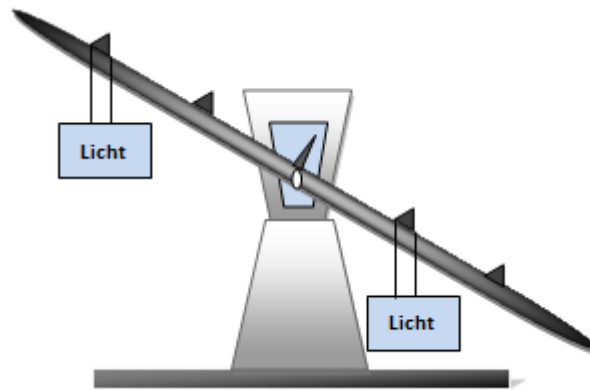
Vraag 21



Staat de weegschaal in de goede stand? Omcirkel en vul in:

- A. Ja, hij staat goed, want
-
- B. Nee, hij staat fout, want
-
- C. Ik weet het niet

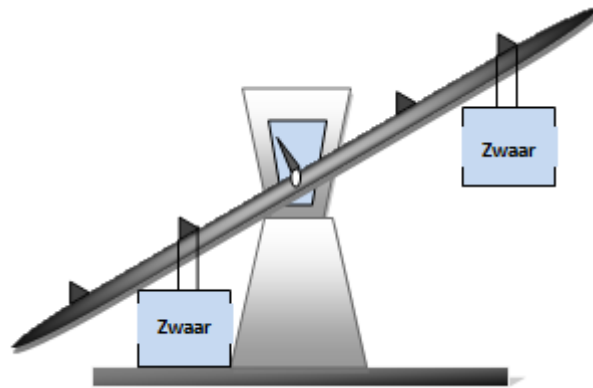
Vraag 22



Staat de weegschaal in de goede stand? Omcirkel en vul in:

- A. Ja, hij staat goed, want
-
- B. Nee, hij staat fout, want
-
- C. Ik weet het niet

Vraag 23



Staat de weegschaal in de goede stand? Omcirkel en vul in:

A. Ja, hij staat goed, want

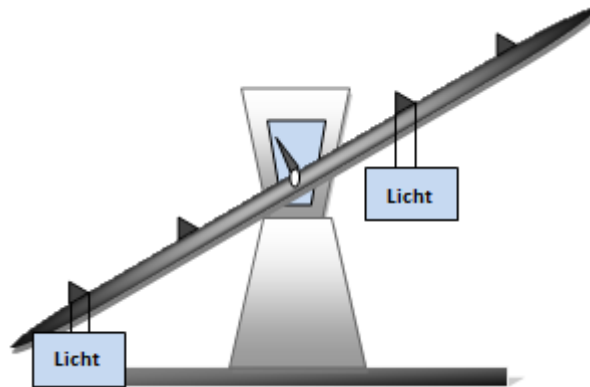
.....

B. Nee, hij staat fout, want

.....

C. Ik weet het niet

Vraag 24



Staat de weegschaal in de goede stand? Omcirkel en vul in:

A. Ja, hij staat goed, want

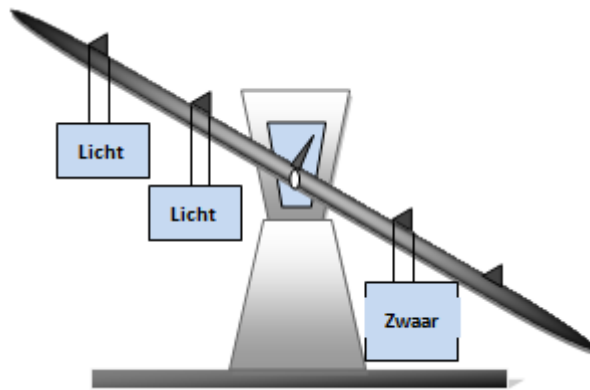
.....

B. Nee, hij staat fout, want

.....

C. Ik weet het niet

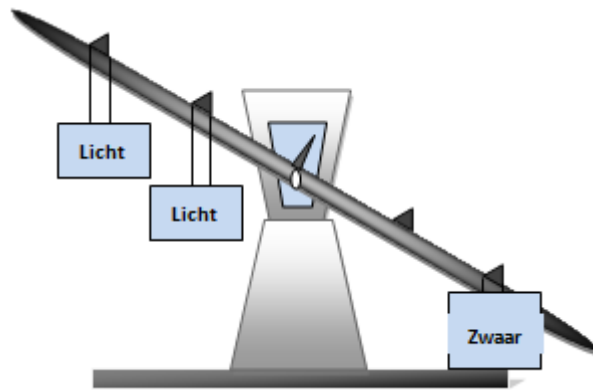
Vraag 25



Staat de weegschaal in de goede stand? Omcirkel en vul in:

- A. Ja, hij staat goed, want
-
- B. Nee, hij staat fout, want
-
- C. Ik weet het niet

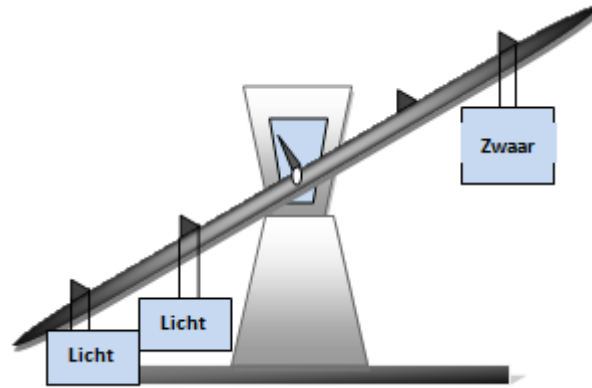
Vraag 26



Staat de weegschaal in de goede stand? Omcirkel en vul in:

- A. Ja, hij staat goed, want
-
- B. Nee, hij staat fout, want
-
- C. Ik weet het niet

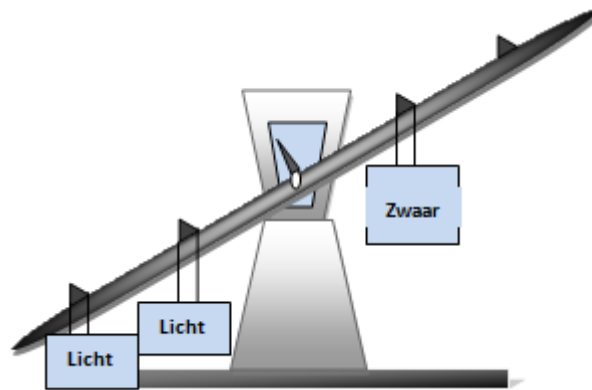
Vraag 27



Staat de weegschaal in de goede stand? Omcirkel en vul in:

- A. Ja, hij staat goed, want
-
- B. Nee, hij staat fout, want
-
- C. Ik weet het niet

Vraag 28



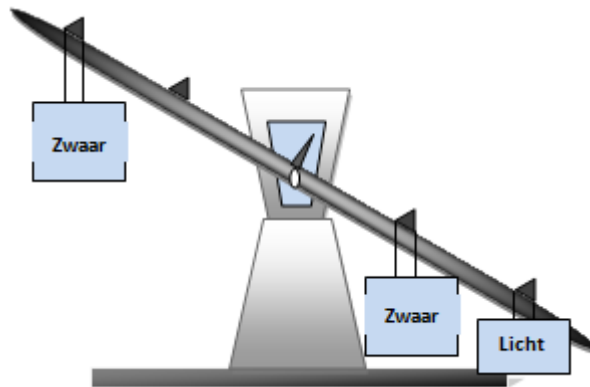
Staat de weegschaal in de goede stand? Omcirkel en vul in:

A. Ja, hij staat goed, want

B. Nee, hij staat fout, want

C. Ik weet het niet

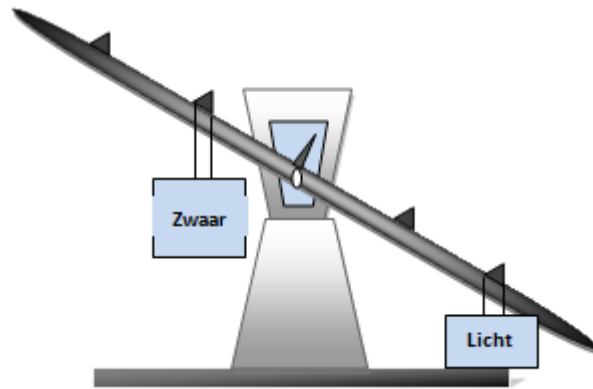
Vraag 29



Staat de weegschaal in de goede stand? Omcirkel en vul in:

- A. Ja, hij staat goed, want
-
- B. Nee, hij staat fout, want
-
- C. Ik weet het niet

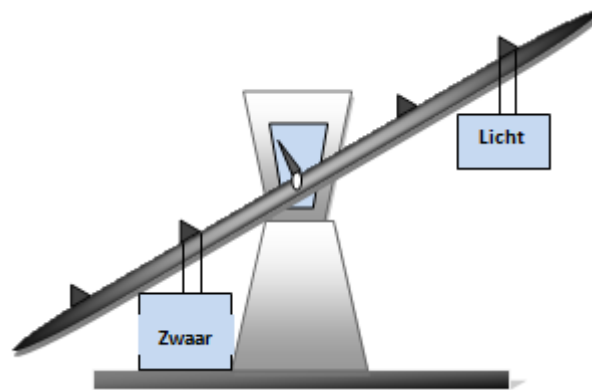
Vraag 30



Staat de weegschaal in de goede stand? Omcirkel en vul in:

- A. Ja, hij staat goed, want
-
- B. Nee, hij staat fout, want
-
- C. Ik weet het niet

Vraag 31



Staat de weegschaal in de goede stand? Omcirkel en vul in:

A. Ja, hij staat goed, want

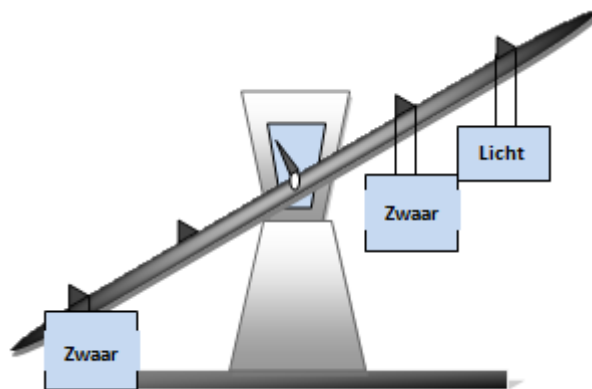
.....

B. Nee, hij staat fout, want

.....

C. Ik weet het niet

vraag 32



Staat de weegschaal in de goede stand? Omcirkel en vul in:

- A. Ja, hij staat goed, want
-
- B. Nee, hij staat fout, want
-
- C. Ik weet het niet

Dit is het einde van deze opdracht.
Bedankt voor het meedoen!

Antwoordsleutel

	Goede antwoord	Goede uitleg
1:	klapt naar rechts	gewicht links < gewicht rechts
2:	Klapt naar links	gewicht links > gewicht rechts
3:	blijft in evenwicht	gewicht links = gewicht rechts
4:	blijft in evenwicht	gewicht links = gewicht rechts
17:	nee, hij staat fout	gewicht links > gewicht rechts
18:	ja, hij staat goed	gewicht links < gewicht rechts
19:	nee, hij staat fout	gewicht links < gewicht rechts
20:	ja, hij staat goed	gewicht links > gewicht rechts
5:	klapt naar links	positie links > positie rechts
6:	klapt naar rechts	positie links < positie rechts
7:	klapt naar rechts	positie links < positie rechts
8:	klapt naar links	positie links > positie rechts
21:	ja, hij staat goed	positie links < positie rechts
22:	nee, hij staat fout	positie links > positie rechts
23:	nee, hij staat fout	positie links < positie rechts
24:	ja, hij staat goed	positie links > positie rechts
9:	klapt naar rechts	gewicht links = gewicht rechts, <i>maar</i> positie links < positie rechts
10:	klapt naar rechts	gewicht links = gewicht rechts, <i>maar</i> positie links < positie rechts
11:	klapt naar links	gewicht links = gewicht rechts, <i>maar</i> positie links > positie rechts
12:	klapt naar links	gewicht links = gewicht rechts, <i>maar</i> positie links > positie rechts
25:	nee, hij staat fout	gewicht links = gewicht rechts, <i>maar</i> positie links > positie rechts
26:	ja, hij staat goed	gewicht links = gewicht rechts, <i>maar</i> positie links < positie rechts
27:	nee, hij staat fout	gewicht links = gewicht rechts, <i>maar</i> positie links < positie rechts
28:	ja, hij staat goed	gewicht links = gewicht rechts, <i>maar</i> positie links > positie rechts
13:	blijft in evenwicht	gewicht links > gewicht rechts, <i>maar</i> positie links < positie rechts
14:	blijft in evenwicht	gewicht links < gewicht rechts, <i>maar</i> positie links > positie rechts
15:	blijft in evenwicht	gewicht links < gewicht rechts, <i>maar</i> positie links > positie rechts
16:	blijft in evenwicht	gewicht links > gewicht rechts, <i>maar</i> positie links < positie rechts
29:	nee, hij staat fout	gewicht links < gewicht rechts, <i>maar</i> positie links > positie rechts
30:	nee, hij staat fout	gewicht links > gewicht rechts, <i>maar</i> positie links < positie rechts
31:	nee, hij staat fout	gewicht links > gewicht rechts, <i>maar</i> positie links < positie rechts
32:	nee, hij staat fout	gewicht links < gewicht rechts, <i>maar</i> positie links > positie rechts

Codering

Uitgangspunt is dat de leerlingen moeten *begrijpen* waarom de balans in een bepaalde stand staat. Dit betekent dat alleen het correcte antwoord omcirkeld niet voldoende is, ook de motivering moet kloppen. Dit leidt tot de volgende codeerregels:

1. Verkeerde antwoord omcirkeld, ongeacht de motivering → 0 punten
2. "Ik weet niet" omcirkeld → 0 punten
3. Geen antwoord omcirkeld, geen motivering → 0 punten
4. Geen antwoord omcirkeld, verkeerde motivering → 0 punten
5. Goede antwoord omcirkeld, geen motivering → 0 punten
6. Goede antwoord omcirkeld, verkeerde motivering → 0 punten
7. Goede antwoord omcirkeld, goede motivering → 1 punt
8. Geen antwoord omcirkeld, goede motivering → 1 punt

De antwoorden kunnen dus simpelweg worden gescoord door te kijken of aan regel 7 of 8 is voldaan; in alle andere gevallen wordt 0 punten gegeven. Bij regel 1 zou dit wellicht enigszins discutabel zijn, de leerling kan immers een goede motivering hebben gegeven. Maar omdat dit gekoppeld is aan een verkeerd antwoord, kun je niet met zekerheid stellen dat deze leerling de onderliggende kennis inderdaad bezit.

Bij regel 7 en 8 moet "goede motivering" worden bepaald aan de hand van de antwoordsleutel. Hierin staat de kennis die minimaal nodig is om tot het goede antwoord te komen. Geeft een leerling ook extra argumenten door gewicht en positie te combineren, dan worden daar geen extra punten voor gegeven; dit soort kennis wordt immers gemeten met de C- items. Omgekeerd geldt ook dat als de extra argumenten incorrect zijn, geen punten worden afgetrokken.

Voorbeeld. De goede motivering bij vraag 2 (toets Balans) is dat de afstand tot het draaipunt links groter is dan rechts. Als een leerling ook aangeeft dat de gewichten gelijk zijn, worden hier geen extra punten voor gegeven (hoewel het antwoord dan wel vollediger is; je zou kunnen zeggen dat dit impliciet blijft als alleen de positie- regel wordt genoemd).

Is een motivering te algemeen, (zoals bijvoorbeeld een pure beschrijving van het plaatje) dan worden er geen punten voor gegeven. Zowel de aanwezigheid als de richting van het effect kunnen worden genoemd. Hierbij is het belangrijk om het antwoord van de leerling in context van het plaatje en het vooraf opgestelde antwoordalternatief te bekijken.

Voorbeeld. Als een leerling bij vraag 2 antwoordt "...want hij ligt verder", dan wordt dit wel goed gerekend omdat in het plaatje maar twee voorwerpen te zien zijn. Je kunt hieruit ondubbelzinnig afleiden welk van de twee voorwerpen de leerling bedoelt.

Voorbeeld. Als een leerling bij vraag 2 of 6 antwoordt "...want hij hangt anders", dan wordt dit wel goed gerekend omdat je hieruit (in combinatie met het gekozen antwoord alternatief) ondubbelzinnig kunt afleiden wat de leerling bedoelt.

Met deze codering worden de toetsscores vrijwel uitsluitend bepaald door de motivering van het antwoord. Bijgevolg hoeft niet te worden gecorrigeerd voor gokkans. Wel moet de betrouwbaarheid van de codeerregels worden bepaald.

Extra regels n.a.v. de proefcodering

Wees niet te streng bij een algemene motivering. Als i.s.m. het plaatje aannemelijk is dat een leerling de onderliggende regel begrijpt, wordt de vraag goed gerekend.

Voorbeeld. Als een leerling bij vraag 4 antwoordt “...zwaar midden licht buitenkant”, dan wordt dit wel goed gerekend omdat in combinatie met het plaatje is af te leiden dat de leerling zowel refereert aan de gewichtsregel als aan de plaatsregel.

Voorbeeld. Als een leerling bij vraag 4 antwoordt “...licht zit bij de eerste en zwaar bij de tweede”, dan wordt dit wel goed gerekend omdat in combinatie met het plaatje is af te leiden dat de leerling zowel refereert aan de gewichtsregel als aan de plaatsregel.

Als een leerling bij een type II vraag alleen aangeeft hoe de balans wel moet staan, wordt dit fout gerekend, ongeacht of het antwoord van de leerling klopt. We meten geen impliciete kennis. Is (een deel van) het antwoord onleesbaar, vraag dan de andere codeurs om “vertaalhulp”. Kan niemand de woorden ontcijferen, reken dan het antwoord fout.

De vrolijke hamsters



Het is nog vroeg. Lars maakt de deur open van zijn dierenwinkel. Weer een nieuwe dag aan het werk. Lars stapt naar binnen en begroet eerst alle dieren en kijkt of alles goed met ze gaat. Lars vindt het heel belangrijk dat de dieren gelukkig en vrolijk zijn en zorgt er dan ook voor dat ze de beste verzorging krijgen.



Vandaag is er iets gek aan de hand. Wanneer Lars langs de hamsters loopt valt hem op dat sommige hamsters veel vrolijker zijn dan andere hamsters. De vrolijke hamsters zijn actief en lopen rond in hun kooitjes en de minder vrolijke hamsters zitten stil in een hoekje. Hij wil graag uitzoeken welke dingen ervoor zorgen dat de hamsters vrolijk zijn. Er zijn 3 dingen waaraan het kan liggen dat de hamsters vrolijk zijn of niet. Dit zijn:

- De grote van de kooi. Je hebt kleine en grote kooitjes.
- Wel of geen speeltje in de kooi
- Of de hamsters samen met een andere hamster in een kooi zitten of niet.

Om te meten hoe vrolijk de hamsters zijn, gebruikt Lars een stopwatch. Hij kijkt hoe lang de hamsters actief bewegen in 1 minuut. Hoe meer de hamsters bewegen hoe vrolijker ze zijn. Verder krijgen de hamsters een cijfer 1 wanneer ze ongelukkig zijn, een 2 wanneer ze niet vrolijk zijn maar ook niet ongelukkig en een cijfers 3 wanneer ze vrolijk zijn. Lars heeft de onderstaande indeling gemaakt.

1	<i>Minder dan 20 seconden actief</i>	Niet vrolijk, ongelukkig
2	<i>Tussen de 20 en 40 seconden actief</i>	Niet vrolijk maar ook niet ongelukkig
3	<i>Meer dan 40 seconden actief</i>	Vrolijk

Grootte van de kooi

Eerst wil hij kijken of het door de grootte van de kooitjes komt of hamsters wel of niet vrolijk zijn. Lars zet de ene helft van de hamsters in grotere kooitjes en de andere helft in kleinere. In alle kooitjes zet hij één hamster zonder speeltje. Alleen het soort kooi verschild dus tussen de twee groepen.

Hij wil de hamsters eerst even laten wennen aan hun nieuwe omgeving en kijkt na een uur of de hamsters in de grotere kooitjes misschien vrolijker zijn. Hij ziet dat er tussen de hamsters in de grotere kooitjes en kleinere kooitjes geen verschil zit in hoe vrolijk ze zijn. Ze bewegen in beide kooitjes tussen de 20 en 40 seconden, cijfer 2. Lars concludeert dat de grootte van de kooitjes niet uitmaakt.



Wel of geen speeltje

Nu wil Lars weten of hamsters vrolijker worden van een speeltje in hun kooi. Hiervoor zet hij alle hamsters eerst in grotere kooitjes. Daarna legt hij in de helft van deze kooitjes wel een speeltje en in de andere helft niet. Alle hamsters zitten dus alleen in een grotere kooi, de ene helft heeft een speeltje en de andere helft niet.

Een uur later kijkt hij weer en valt het hem op dat de hamsters met een speeltje veel vrolijker zijn, deze hamsters bewegen tussen de 20 en 40 seconden, cijfer 2. De hamster zonder speeltje bewegen minder dan 20 seconden, cijfer 1.



Lars concludeert nu dat het niet uitmaakt in wat voor een kooi de hamsters zitten, maar dat ze vrolijker zijn wanneer ze een speeltje hebben.

Wel of niet samen met een andere hamster?

Lars heeft de smaak te pakken en wil nu ook nog weten of hamsters vrolijker zijn als ze gezelschap hebben. Hiervoor zet hij in alle grotere kooien waarin nog geen speeltje ligt een speeltje. De hamsters zitten nu allemaal alleen in een grotere kooi met een speeltje. De helft van deze hamsters krijgt er nu een vriendje bij. Na een uur komt Lars terug en hij ziet dat de hamsters met gezelschap vrolijker zijn dan de hamsters zonder gezelschap, zij zijn nu meer dan 40 seconden actief per minuut, cijfer 3.



De hamsters zijn blijer wanneer ze een speeltje en een vriendje hebben. Hij laat de hamsters daarom nu in deze kooitjes zitten.

Grotere kooi kapot

Een week later gaat er een grotere kooi kapot en moet Lars twee hamsters en hun speeltje in een kleinere kooi zetten. Wat Lars nu ziet vindt hij heel vreemd. De hamsters in het kleinere kooitje zijn minder vrolijk dan de hamsters in de grotere kooien. Ze bewegen nu tussen de 20 en 40 seconden, cijfer 2. Lars dacht toch echt dat de grootte van de kooitjes niet uitmaakte. Lars vraagt zich af hoe dit kan en wil dit onderzoeken.

Eerst haalt hij het speeltje weg uit het kleinere kooitje. De hamsters in de grotere kooitjes hebben nog wel een speeltje. Hij ziet dat de hamsters in het kleine kooitje na een uur nu nog minder blij worden dan wanneer ze wel een speeltje hadden, de hamsters bewegen nu nog maar minder dan 20 seconden, cijfer 1. Hij zet snel het speeltje weer terug.

Dan pakt Lars er een klein kooitje bij en zet de twee hamsters apart. Beide hamsters in de kleine kooitjes krijgen wel allebei een speeltje. Lars wacht een uur en ziet daarna dat de hamsters die alleen in een klein kooitje zitten weer veel vrolijker zijn, net zo vrolijk als de hamsters die in de grotere kooien zitten met speeltje en een vriendje. De hamster bewegen meer dan 40 seconde, cijfer 3.

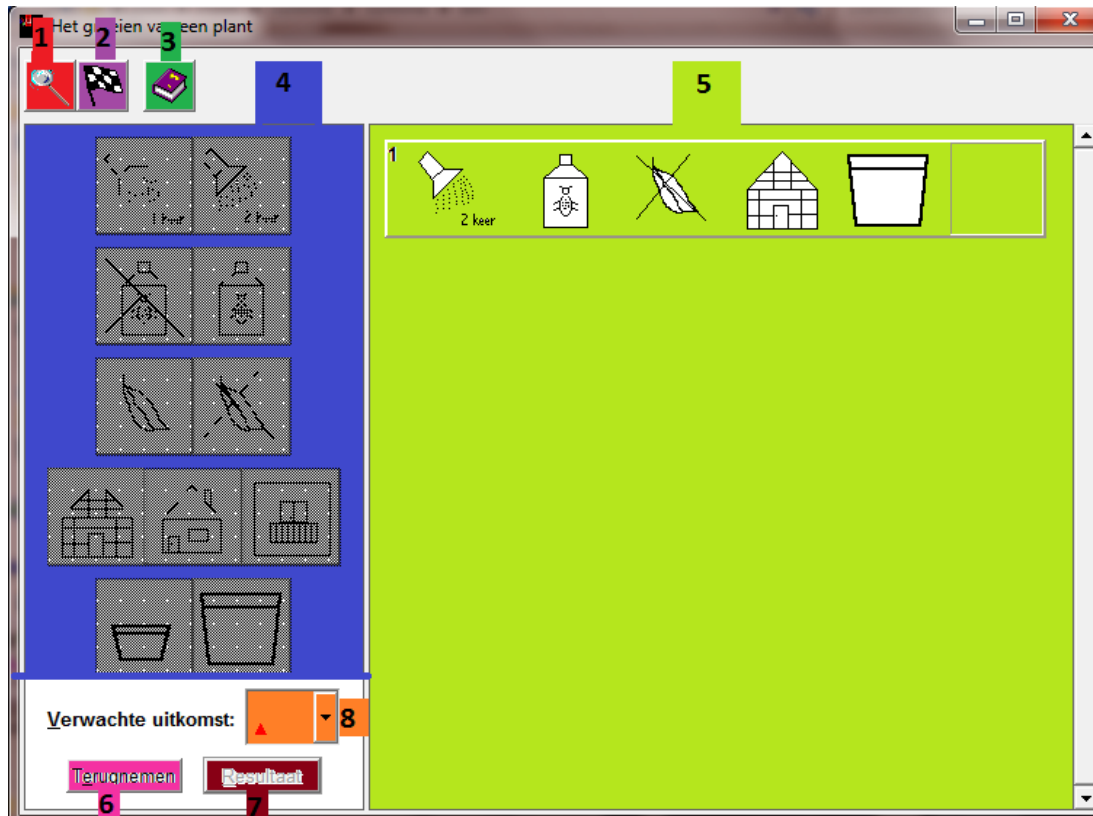
Hamsters zijn dus het vrolijkst in:

- Een grotere kooi, met speeltje en met gezelschap
- Een kleinere kooi, met speeltje en zonder gezelschap

Hoe kan dat?

Lars kan nu dus zeggen dat de hamsters het vrolijkst zijn in een grotere kooi, met speeltje en vriendje. Verder zijn ze net zo vrolijk wanneer ze in een klein hok zitten met speeltje maar zonder vriendje. Er lijkt dus een verband te zijn tussen de grootte van de kooi en het wel of niet hebben van gezelschap. In een grotere kooi worden ze vrolijker als ze een vriendje hebben, maar in een kleinere kooi worden ze dan juist minder vrolijk. Lars denkt dat dit komt doordat de hamsters in de grote kooi meer ruimte hebben om te spelen. Wanneer er twee hamsters in een kleinere kooi zitten en beide hamsters willen spelen dan is er te weinig ruimte om dit te doen en zijn de hamsters minder vrolijk. Lars is blij dat hij nu weet hoe het zit, hij weet nu precies hoe hij zijn hamsters gelukkig kan maken.

Handleiding voor plant computertaak



Je ziet hierboven een screenshot van de computertaak waar je zo mee gaat werken. Hieronder zal beschreven worden hoe de computertaak werkt.

Open nu eerst de plant computertaak. Vul je voor en achternaam in en klik daarna op doorgaan. Lees de introductie over de taak. Heb je de introductie gelezen, lees daarna verder hieronder.

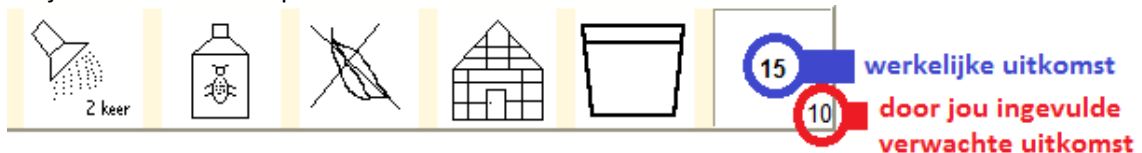
- In de taak waar je zo mee aan de slag gaat moet je door het uitvoeren van experimenten er achter zien te komen wat de invloed is van vijf factoren op de groei van de plant. Deze factoren staan hieronder en vind je in het blauwe vak, nummer 4:
 - water: één of twee keer per week water geven.
 - Insecticide: het wel of niet geven van een middel tegen bladluizen.
 - Dode bladeren: wel of geen dode bladeren in de bloempot leggen.
 - Locatie van de plant: in een kas, in huis of op het balkon
 - Bloempot: grote of kleine bloempot

De lengte van de plant kan de volgende waarden aannemen: 5, 10, 15, 20 of 25 cm

- Door met de muis op een plaatje te klikken verschijnt één van de mogelijkheden per factor (bijv. bij de factor water, 2 keer per week water geven) rechts in het groene experimentvak

(5). Als je dat voor alle factoren hebt gedaan heb je een experiment ingericht. In de screenshot gaat het om 2 keer per week water geven, wel insecticide, geen dode bladeren in de bloempot, in een kas en in een grote bloempot

- Mocht je je keuze nog willen wijzigen, kan dat met “Terugnemen”(knop 6, roze). Als je je keuze gemaakt hebt kan je bij “Verwachte uitkomst” (oranje vak 8) een getal invullen via een keuzemenu. Dat getal staat voor het aantal otters die jij denkt dat leven in Nederland met dit experiment.
- Als je nu op “Resultaat” (knop 7) klikt verschijnt de werkelijke tijd en je verwachte tijd in het vakje rechts van het experiment.



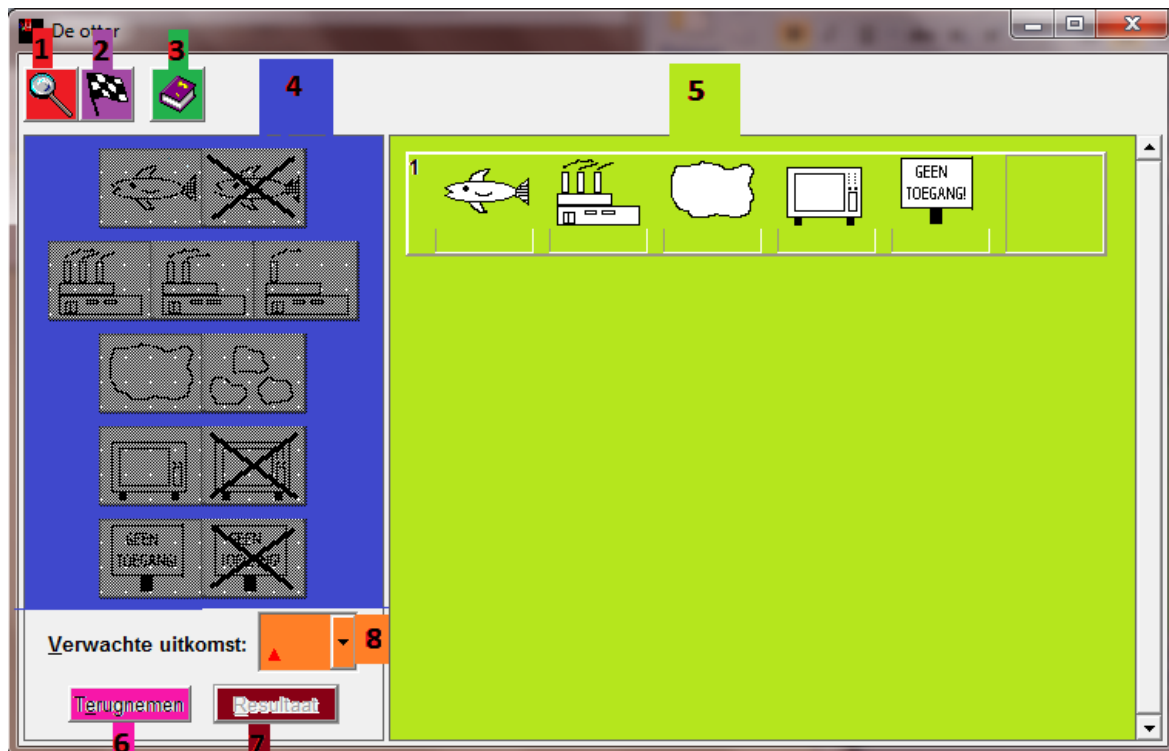
Doe het experiment wat hierboven beschreven staat.

- Als je meer dan vier experimenten hebt gedaan, dan verdwijnen er experimenten van het scherm. Met de scrollbar aan de rechterkant kun je deze experimenten weer op het scherm krijgen.
- Om experimenten met elkaar te kunnen vergelijken is het handig ze onder elkaar te kunnen zetten in een volgorde die je zelf kiest in plaats van heen en weer te scrollen. Dat kan door experimenten aan te klikken (ze kleuren dan oranje) en vervolgens op het “loepje” (knop 1) te klikken. De door jouw geselecteerde experimenten verschijnen dan onder elkaar in een nieuw window.
- De “finish-vlag” (knop 2) is om de taak af te sluiten. DRUK DEZE NIET ZELF IN! Maar meld het de proefleider als je klaar bent.
- Als je de introductie-tekst nogmaals wilt lezen druk je op het “boekje” (knop 3).

De opdracht is dus om door het uitvoeren van in ieder geval **15** experimenten er achter zien te komen wat de invloed is van de vijf factoren op het aantal otters dat leeft in Nederland. De vijf factoren zijn: één of twee keer per week water, wel of niet geven van een middel tegen bladluizen, wel of geen dode bladeren in de bloempot leggen, de plant in een kas/ in huis/ of op het balkon en een grote of kleine bloempot.

Ben je klaar met het lezen van deze handleiding, steek dan je hand op. De begeleider komt je dan een antwoordformulier brengen. Op dit formulier kun je aangeven wat je hebt ontdekt.

Handleiding voor milieu computertaak



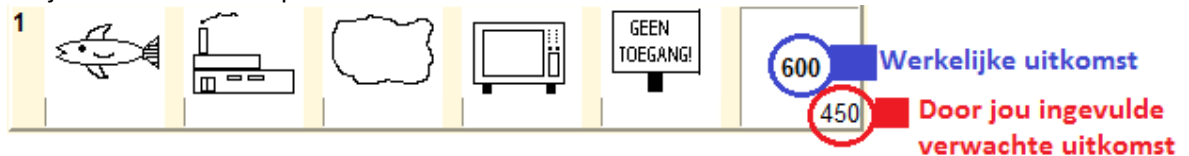
Je ziet hierboven een screenshot van de computertaak waar je zo mee gaat werken. Hieronder zal beschreven worden hoe de computertaak werkt.

Open nu eerst de milieu computertaak. Vul je voor en achternaam in en klik daarna op doorgaan. Lees de introductie over de taak. Heb je de introductie gelezen, lees daarna verder hieronder.

- In de taak waar je zo mee aan de slag gaat moet je door het uitvoeren van experimenten er achter zien te komen wat de invloed is van vijf factoren op het aantal otters in Nederland. Deze factoren staan hieronder en vind je in het blauwe vak, nummer 4:
 - Voedsel: Het wel of niet geven van extra vis.
 - Milieuvervuiling: niks aan de vervuiling doen, de vervuiling verminderen tot een gemiddeld niveau of de vervuiling verminderen tot een minimum
 - Natuurlijk leefgebied: de otters in één gebied laten leven of in meerdere kleinere gescheiden gebieden .
 - Televisie: de uitsterving wel of niet bekendmaken via publieke televisie.
 - Natuurlijk leefgebied: wel of niet afsluiten voor publiek/mensen.
 Het aantal otters kan de volgende waarden aannemen: 100, 250, 400, 450 of 600
- Door met de muis op een plaatje te klikken verschijnt één van de mogelijkheden per factor (bijv. bij de factor voedsel, wel extra vis geven) rechts in het groene experimentvak (5). Als je dat voor alle factoren hebt gedaan heb je een experiment ingericht. In de screenshot gaat

het om het wel geven van extra vis, geen milieuvervuiling, de otters in één gebied laten leven, wel bekendmaken via de televisie en in het gebied geen mensen toelaten.

- Mocht je je keuze nog willen wijzigen, kan dat met “Terugnemen” (knop 6, roze). Als je je keuze gemaakt hebt kan je bij “Verwachte uitkomst” (oranje vak 8) een getal invullen via een keuzemenu. Dat getal staat voor het aantal otters die jij denkt dat leven in Nederland met dit experiment.
- Als je nu op “Resultaat” (knop 7) klikt verschijnt de werkelijke tijd en je verwachte tijd in het vakje rechts van het experiment.



Doe het experiment wat hierboven beschreven staat.

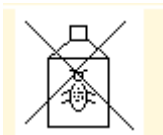
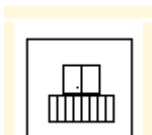
- Als je meer dan vier experimenten hebt gedaan, dan verdwijnen er experimenten van het scherm. Met de scrollbar aan de rechterkant kun je deze experimenten weer op het scherm krijgen.
- Om experimenten met elkaar te kunnen vergelijken is het handig ze onder elkaar te kunnen zetten in een volgorde die je zelf kiest in plaats van heen en weer te scrollen. Dat kan door experimenten aan te klikken (ze kleuren dan oranje) en vervolgens op het “loepje” (knop 1) te klikken. De door jouw geselecteerde experimenten verschijnen dan onder elkaar in een nieuw window.
- De “finish-vlag” (knop 2) is om de taak af te sluiten. DRUK DEZE NIET ZELF IN! Maar meld het de proefleider als je klaar bent.
- Als je de introductie-tekst nogmaals wilt lezen druk je op het “boekje” (knop 3).

De opdracht is dus om door het uitvoeren van in ieder geval **15** experimenten er achter zien te komen wat de invloed is van de vijf factoren op het aantal otters dat leeft in Nederland. De vijf factoren zijn: wel of geen extra vis, hoeveelheid milieuvervuiling, één of meerdere leefgebieden, wel of niet bekendmaken op televisie en wel of geen toegang voor mensen in het gebied.

Ben je klaar met het lezen van deze handleiding, steek dan je hand op. De begeleider komt je dan een antwoordformulier brengen. Op dit formulier kun je aangeven wat je hebt ontdekt.

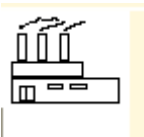
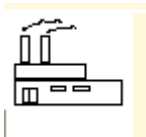
Afbeeldingen Planten taak



<i>Factor</i>			
Water	1 keer per week water 	2 keer per week water 	
Insecticide Middel tegen bladluizen	Wel 	Niet 	
Dode bladeren in de bloempot	Wel 	Niet 	
Locatie	Kas 	In huis 	Op het balkon 
Bloempot	Groot 	Klein 	

Afbeeldingen Milieu taak



<i>Factor</i>			
Vis	Wel extra vis 	Geen extra vis 	
Milieuvervuiling	Veel 	Gemiddeld 	Geen 
Leefgebied	Één gebied 	Meerder gebieden 	
Bekendmaken Op tv	Wel 	Niet 	
Toegang	Wel toegang voor mensen 	Geen toegang voor mensen 	

Bijlage 5: antwoordformulieren computertaken.

Plantengroei taak

De volgende vragen gaan over je bevindingen in de leertaak over de plantengroei.

1. Welke invloed heeft het 1 keer per week water geven en het 2 keer per week water geven op de groei van de plant?

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

2. Welke invloed heeft het wel gebruik maken van insecticide en geen gebruik maken van insecticide op de groei van de plant?

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

3. Welke invloed heeft het wel leggen van dode bladeren in de bloempot en het niet leggen van dode bladeren in de bloempot op de groei van de plant?

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

4. Welke invloed heeft de locatie van de bloempot, binnen in huis, op het balkon of in een broeikas, op de groei van de plant?

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

5. Welke invloed heeft een kleine bloempot en een grote bloempot op de groei van de plant?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. Als je nog meer hebt ontdekt in de leertaak schrijf je dat hieronder op.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

De volgende vragen gaan over je bevindingen in de leertaak over milieuvervuiling, otter taak

1. Welke invloed heeft het wel geven van extra vis en het niet geven van extra vis op de populatie otters?

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

2. Welke invloed heeft het niks doen aan de milieuvervuiling, het verminderen van de milieuvervuiling tot een gemiddeld niveau en het verminderen van de milieuvervuiling tot een minimum niveau op de populatie otters?

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

3. Welke invloed heeft het in 1 gebied laten leven van de otters en het op meerdere kleinere gescheiden gebieden leven op de populatie otters?

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

4. Welke invloed heeft het wel bekendmaken van de uitsterving van de otters op televisie en het niet bekendmaken van de uitsterving op televisie op de populatie otters?

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

5. Welke invloed heeft het afsluiten van het natuurlijk leefgebied van de otters en het niet afsluiten van het natuurlijk leefgebied van de otters voor mensen op de populatie otters?

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

6. Als je nog meer hebt ontdekt in de leertaak schrijf je dat hieronder op.

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