

De samenhang tussen motivatie, IQ, creativiteit en wetenschappelijk redeneren.

Een exploratief onderzoek naar de aansluiting van wetenschappelijk denken op de  
persoonskenmerken van vmbo-leerlingen.

Masterthesis Orthopedagogiek (200500130)

Studiejaar 2014-2015

Universiteit Utrecht

Masteropleiding Pedagogische Wetenschappen

Masterprogramma Orthopedagogiek

Thesisbegeleider: Willemijn Schot

Tweede beoordelaar: Sanne van der Ven

Naam: Lonneke Spierings

Studentnummer: 4256212

## Voorwoord

Voor u ligt mijn thesis "De samenhang van wetenschappelijk redeneren met motivatie, IQ en creativiteit. Een exploratief onderzoek naar de aansluiting van wetenschappelijk redeneren op de persoonskenmerken van vmbo-leerlingen". Deze thesis is geschreven ter afronding van de master Orthopedagogiek aan de Universiteit van Utrecht.

Om het niveau van wetenschappelijk redeneren te onderzoeken heb ik in samenwerking met Danny Berendse een toets-instrument ontwikkeld. Dit was een intensief en langdurig traject waarbij wij getracht hebben het ontwerp zoveel mogelijk aan te sluiten bij de motivatie, kennis en kunde van vmbo-leerlingen. Dit was een uitdaging. Ten eerste omdat er nog geen vergelijkbaar toetsinstrument voor handen was. Ten tweede omdat de denkwijze van de leerling in kaart gebracht en beoordeeld moet worden middels een klassikaal af te nemen instrument. Omdat Danny Berendse momenteel onderzoek doet naar de psychometrische kwaliteit van de toets Wetenschappelijk Redeneren is de betrouwbaarheid en validiteit van deze toets, nog niet bewezen. Desondanks ben ik trots op het resultaat en hoop ik dat deze toets een uitgangspunt zal zijn voor de verdere ontwikkelingen ten aanzien van het meetbaar maken van wetenschappelijk redeneren bij vmbo-leerlingen.

Tot slot wil ik middels dit voorwoord een aantal mensen bedanken. Allereerst gaat mijn dank uit naar mijn begeleidsters Willemijn Schot en Hanna Mulder, voor de vele hulp en feedback tijdens het proces. Ook wil ik de orthopedagoog en de docenten van het Stedelijk College Eindhoven bedanken voor de medewerking. Doordat er tijd vrij is gemaakt in het drukke onderwijsrooster is het mij gelukt veel data te verzamelen wat ten gunste komt van mijn onderzoek. Het was fantastisch om te merken dat de leerlingen goed voorbereid en gemotiveerd waren om de verschillende testen te doen. Daarnaast ben ik natuurlijk de leerlingen erg dankbaar voor hun medewerking. Tot slot wil ik mijn familie en vrienden bedanken, die me geholpen hebben wanneer ik het overzicht verloor en me steeds voorzien hebben van kritische feedback.

### Samenvatting

Ontwikkelingen binnen het onderwijs zijn gericht op betere aansluiting van leerlingen op de veranderingen binnen de huidige maatschappij. Hierbij worden leerlingen ondersteund in het ontwikkelen van wetenschappelijk redenerievermogen. In deze studie wordt onderzocht of de ontwikkelingen binnen het onderwijs aansluiten bij de persoonskenmerken van vmbo-leerlingen. Gekeken wordt naar de invloed van IQ, motivatie en creativiteit op hun wetenschappelijk redenerievermogen. Aan deze studie namen 177 eerstejaars vmbo-leerlingen deel. Van hen waren 95 deelnemers jongens en 82 meisjes in de leeftijd van 12,08 tot 14,92 jaar ( $M = 13,39$ ,  $SD = .64$ ). Middels een multiple hiërarchische regressieanalyse zijn de verschillende relaties onderzocht. Er is geen relatie gevonden tussen motivatie en creativiteit, en wetenschappelijk redeneren. Tussen IQ en wetenschappelijk redeneren is wel een relatie gevonden. Daarnaast zijn geen interactie-effecten gevonden tussen IQ, motivatie, creativiteit en leeftijd in het voorspellen van het vermogen tot wetenschappelijk redeneren. Op basis van de resultaten kan geconcludeerd worden dat IQ correleert met wetenschappelijk redeneren. Motivatie, creativiteit en leeftijd spelen hierbij geen rol.

Sleutelwoorden: wetenschappelijk redeneren, motivatie, IQ, creativiteit.

### Abstract

Developments in education are aimed at maintaining and improving its relevance as better contemporary society changes. Students are supported in developing their ability for scientific reasoning. This study investigates whether developments in education are connected with the personality traits of vmbo-pupils. It examines the influence of IQ, motivation and creativity on scientific reasoning. One hundred seventy-seven vmbo-pupils were examined. There were 95 boys and 82 girls within the age of 12,08 and 14,92 ( $M = 13,39$ ,  $SD = .64$ ). The relationships have been examined using a multiple hierarchical regression analysis. No relation has been found between motivation and creativity, and performance in scientific reasoning tests. A positive relationship was found between IQ and scientific reasoning. No interaction effects were found between IQ, motivation, creativity and age in predicting the ability of scientific reasoning. Based on the results it can be concluded that IQ correlates positively with scientific reasoning. Motivation, creativity and age play no part.

Keywords: scientific reasoning, motivation, IQ, creativity.

## De Samenhang van Wetenschappelijk Redeneren met Motivatie, IQ en Creativiteit

De maatschappij verandert tot een informatiesamenleving. Hierbij hebben technologische innovaties de nieuwe mogelijkheden om te communiceren en informatie te verzamelen binnen het bereik van steeds meer mensen gebracht. Het ligt in de verwachting dat deze mogelijkheden alleen maar zullen toenemen en steeds sterker van invloed zullen zijn op uiteenlopende levensterreinen (de Haan, 2004). Binnen de informatiesamenleving is er een toegenomen behoefte aan kennis. Waar de behoefte aan kennis toeneemt en waar jongeren moeten worden voorbereid op de maatschappij van morgen, wordt naar het onderwijs gekeken om in die behoeften te voorzien (Sloep & Jochems, 2007). De huidige onderwijsdidactiek sluit steeds meer aan bij deze veranderingen (de Jong, 2006). Door het onderzoeken van complexe, relevante en authentieke vraagstukken wordt de nieuwsgierigheid van leerlingen naar de wereld om hen heen gestimuleerd (de Jong, 2005). Dit bevordert een positieve wetenschappelijke attitude (Kesner-Baruch, Spektor-Levy & Marshal, 2014). Het doel van het ontwikkelen van een positieve wetenschappelijke attitude is dat leerlingen worden ondersteund in het ontwikkelen van wetenschappelijk redeneringsvermogen, zodat de vaardigheden van leerlingen beter aansluiten bij de veranderingen binnen de huidige maatschappij (National Research Council, 2005). Hierboven staat het doel van het stimuleren van het wetenschappelijk redeneringsvermogen van leerlingen omschreven. De centrale vraag in dit onderzoek is of de persoonskenmerken van leerlingen van invloed zijn op de ontwikkeling die zij doormaken ten aanzien van wetenschappelijk redeneren. Dit onderzoek zal zich specifiek richten op de persoonskenmerken motivatie, IQ en creativiteit van vmbo-leerlingen. Reden hiervoor is de verwachting dat vmbo-leerlingen verminderde mogelijkheden hebben om wetenschappelijk redeneringsvermogen te ontwikkelen. De gemiddelde vmbo-leerling heeft namelijk een lager IQ, meer ondersteuning nodig bij motivationele activiteiten (van der Neut, Teurlings, & Kools, 2005) en verminderde creativiteit dan leerlingen met een hoger opleidingsniveau (McCabe, 1991). Dit zou kunnen leiden tot een verminderd vermogen tot het ontwikkelen van wetenschappelijk redeneringsvermogen.

Het primaire doel van wetenschappelijk redeneren is het construeren van verklaringsmodellen. Dit zijn hypothetische verklaringen die verantwoordelijk zijn voor het geobserveerde fenomeen (Clement, 1989). Het opstellen van een dergelijk verklaringsmodel wordt bemoeilijkt doordat veronderstelde oorzaak-gevolg relaties overeen moeten komen met eerder verworven kennis. Hierin begeleidt voorkennis waarnemingen, waarna nieuwe waarnemingen leiden tot veranderingen in de kennis (Schauble, 1996).

Binnen wetenschappelijk redeneren worden in de literatuur twee concepten

onderscheiden, namelijk (1) de domein-specifieke benadering, deze omvat de voorstelling die kinderen maken over een bepaald probleem en (2) de probleemoplossende strategieën, waarbij een probleemsituatie wordt herkend en onderzocht, om vervolgens binnen de mogelijkheden tot een oplossing te komen (Haberlandt, 1994; Simon, 1986). De huidige ontwikkelingen binnen het onderwijs richten zich met name op het laatst genoemde concept van wetenschappelijk redeneren. Om deze reden zal binnen dit onderzoek dit concept centraal staan. Binnen de probleemoplossende strategieën worden drie vaardigheden onderscheiden, te weten; (1) het stellen van hypothesen, (2) het ontwerpen van experimenten en (3) het evalueren van bewijs (Germann, Aram, & Burke, 1996; Klahr & Dunbar, 1988).

Leerlingen met een hoger niveau van wetenschappelijk redeneren zijn in staat om probleemsituaties te doorzien en hebben over het algemeen plezier in het oplossen van problemen (Shore & Kanevski, 1993; Webb, 1993). Ook beschikken zij over een groot probleemoplossend vermogen (Sousa, 2009). Daarnaast hebben deze leerlingen een grote strategische flexibiliteit, waardoor zij makkelijker verschillende strategieën kunnen toepassen om een probleem op te lossen (Barfurth, Ritchie, Irving, & Shore, 2009; Shore & Kanevski, 1993) en zijn zij vaak creatief en inventief (Webb, 1993). Zij beschikken in het algemeen over betere metacognitieve vaardigheden dan gemiddelde leerlingen (Barfurth, et al., 2009) en hebben tot slot een goed ontwikkeld kritisch denkvermogen (Maker & Nielson, 1996). Leerlingen met bovengenoemde talenten kenmerken zich door een combinatie van een bovengemiddelde intelligentie, een sterke motivatie om een taak uit te voeren en een hoge mate van creativiteit (Mönks, 1985). Om deze reden wordt verwacht dat deze persoonskenmerken een directe relatie hebben met wetenschappelijk redeneren. Deze verwachting wordt in dit onderzoek onderbouwd door IQ, motivatie en creativiteit en de mogelijke samenhang van deze persoonskenmerken met wetenschappelijk redeneren, nader gespecificeerd worden.

In de wetenschap is er geen eenduidige beschrijving voor intelligentie (Machintosh, 2011). Binnen dit onderzoek wordt intelligentie gedefinieerd als het geheel van cognitieve vermogens dat nodig is om kennis te verwerven en daar op goede wijze gebruik van te maken, teneinde problemen op te kunnen lossen die een vastomschreven doel en structuur hebben (Resing & Drenth, 2007). Gardner (1983) en Guilford (1967) formuleren hierbij drie belangrijke en gedeeltelijk te onderscheiden aspecten, te weten (1) verbaal vermogen, (2) abstract redeneringsvermogen en (3) visuo-spatieële mogelijkheden. Met name probleemoplossend vermogen (Resing & Drenth, 2007) en abstract redeneringsvermogen (Gardner, 1983) zijn vaardigheden die nodig zijn bij wetenschappelijk redeneren (Burmeister,

1952). Dit wordt bekrachtigd door een longitudinaal onderzoek onder 140 adolescenten uit 2005. In dit onderzoek wordt gezien dat het IQ de belangrijkste voorspeller is van academische prestaties (Duckworth & Seligman, 2005), specifiek voor wetenschappelijk redeneren (Stuessy, 2006).

Naast IQ is motivatie een bepalende factor voor het niveau van wetenschappelijk redeneren. Motivatie wordt omschreven als het streven naar succes en positieve effecten en het vermijden van falen (Busato, Prins, Elshout, & Hamaker, 2000). Volgens Dweck (1986) en Grabowski (2004) is motivatie essentieel om kennis te vergaren. Motivatie is vooral van belang voor het accuraat beschrijven van de observatie, het stellen van causale vragen en het verzamelen, organiseren en analyseren van informatie (Burmeister, 1952).

Tot slot wordt in dit onderzoek verwacht dat creativiteit samenhangt met het niveau van wetenschappelijk redeneren. Creativiteit is het construeren en combineren van verschillende ideeën en onderwerpen, waarbij divergent denken en associëren centraal staan (Cromptley, 2000). Deze vaardigheden zijn bepalend voor het herkennen en creëren van alternatieve hypothesen en theorieën, het doen van logische voorspellingen en het plannen en opzetten van experimenten en te toetsen hypothesen (Burmeister, 1952). Bovengenoemde aspecten zijn kenmerkend voor wetenschappelijk redeneren (Burmeister, 1952). Daarnaast is creativiteit vereist voor het vormen van vragen (Basadur, 1997; Mumford, Mobley, Uhlman, Reiter-Palmon, & Doares, 1991; Sternberg, 1988; Treffing, Isaksen, & Dorval, 1994) en voor de manier waarop mensen problemen en taken formuleren (Csizkzentmihalyi & Getzels, 1971).

Behalve de samenhang tussen de persoonskenmerken en wetenschappelijk redeneren wordt binnen dit onderzoek ook gekeken hoe IQ, motivatie en creativiteit met elkaar interacteren. Hierbij wordt gezien dat er een sterke samenhang is tussen creativiteit en motivatie (Schoenfeldt & Woodman, 1989). Amabile (1983) veronderstelt dat motivatie de creativiteit van een persoon verhoogt, omdat de persoon gemotiveerd is om aan het creatieve proces deel te nemen en hierdoor betere creatieve prestaties zal leveren. Daarnaast wordt de relatie tussen deze constructen door Runco en Chand (1995) weergegeven in het Two-tier Model. Tevens beschrijven zij in dit model de relatie van declaratieve en procedurele kennis met creativiteit. Dit wordt bevestigd in verscheidene onderzoeken, waarbij een positieve correlatie wordt gevonden tussen IQ en creativiteit (Qureshi, 1980; Srivastava & Thomas, 1991). Andere onderzoeken weerleggen deze conclusie en concluderen dat er geen relatie is tussen beide constructen (Gakhar & Kaura, 1977; Getzels & Jackson, 1962; Jarial, 1979). Tussen IQ en motivatie wordt door verschillende onderzoekers geen correlatie gevonden

(Aspinwall & Taylor, 1992; Joswig, 1994; Spence, Pred, & Helmreich, 1989). Andere onderzoekers spreken dit echter tegen en bevestigen juist de samenhang tussen deze constructen (Gottfried & Gottfried, 1996; Janos & Robinson, 1985).

Bovenstaande literatuur veronderstelt een samenhang tussen wetenschappelijk redeneren en IQ, motivatie en creativiteit. De onderzoeksvraag die hierbij opgesteld wordt is: Voorspellen IQ, motivatie en creativiteit het niveau van wetenschappelijk redeneren?

Deelhypotheses die hiervoor onderzocht worden zijn: (1) IQ correleert positief met het niveau van wetenschappelijk redeneren. (2) Motivatie correleert positief met het niveau van wetenschappelijk redeneren. (3) Creativiteit correleert positief met het niveau van wetenschappelijk redeneren. Daarnaast wordt onderzocht hoe de drie persoonskenmerken interacteren. De onderzoeksvraag die hierbij opgesteld wordt is: Interacteren IQ, creativiteit en motivatie op wetenschappelijk redeneren. Deelhypotheses die hiervoor worden onderzocht zijn: (4) De positieve relatie tussen creativiteit en wetenschappelijk redeneren is sterker wanneer leerlingen meer gemotiveerd zijn. (5) De positieve relatie tussen creativiteit en wetenschappelijk redeneren is sterker wanneer leerlingen een hoger IQ hebben. (6) De positieve relatie tussen IQ en wetenschappelijk redeneren is sterker wanneer leerlingen meer gemotiveerd zijn.

## **Methode**

### **Participanten**

Aan dit onderzoek deden 175 leerlingen van een vmbo-school in Nederland mee. Alleen de antwoorden van leerlingen die de vragenlijsten en taken volledig hebben ingevuld en afgerond werden meegenomen in het onderzoek. De steekproef is samengesteld uit 95 (54%) jongens en 82 (46%) meisjes. De deelnemende leerlingen waren tussen de 12 en 14 jaar oud en zaten in het eerste jaar van het voortgezet onderwijs (basis-, kader-, en theoretische leerweg). Leerlingen met beperkte kennis van de Nederlandse taal werden uitgesloten van deelname. Tot slot is er gecontroleerd op de voorwaarden voor de hiërarchische multiple regressie. Om aan alle voorwaarden te voldoen, zijn twee uitschieters die zich meer dan drie standaarddeviaties beneden het gemiddelde bevonden, verwijderd. Reden hiervoor is dat het twee participanten met een lage score op wetenschappelijk redeneren betrof. Deze score kan mogelijk verklaard worden door een onvoldoende mate van betrokkenheid en concentratie gedurende de afname van de toets, waardoor de meting van het wetenschappelijk redeneringsvermogen werd beïnvloed. In dit onderzoek was sprake van een 'gemakssteekproef'.

### **Procedure dataverzameling**

Voorafgaand aan het onderzoek kregen de ouders schriftelijke informatie over het onderzoek. De ouders konden middels een brief aangeven of hun kind mee mocht doen aan het onderzoek en of de resultaten gebruikt mochten worden. Ook de leerlingen gaven voorafgaande aan de testafnames schriftelijk toestemming voor het anoniem gebruik van de resultaten. Voor dit onderzoek werd gebruik gemaakt van een meetronde waarbij de leerlingen klassikaal één vragenlijst invulden over motivatie. De deelnemende leerlingen vulden deze vragenlijsten gedurende het mentoruur in, waarbij de afnametijd tussen de tien en vijftien minuten bedroeg. Daarnaast werden bij de leerlingen tijdens een mentoruur twee klassikale taken afgenomen. Een taak had betrekking op creativiteit, de afnametijd bedroeg twintig minuten. De tweede taak had betrekking op wetenschappelijk redeneren, hiervoor kregen leerlingen 40 minuten de tijd.

### **Instrumenten**

Voor het meten van het niveau van wetenschappelijk redeneren bij leerlingen werd een taak ontwikkeld waarbij leerlingen een film te zien kregen over een experiment waarbij een luchtraket werd gebouwd. Tijdens deze film werden twaalf vragen gesteld, waarbij de leerlingen de mogelijkheid kregen deze schriftelijk te beantwoorden<sup>1</sup>. Door analyse van de volledigheid en correctheid van de antwoorden, werd de mate van wetenschappelijk redeneren bepaald. Het toets-instrument gaf een verwachte score op drie aspecten, te weten (1) het stellen van hypothesen (e.g., wat gebeurt er wanneer de professor start met pompen?), (2) het ontwerpen van experimenten (e.g., wat heb je nodig om de onderzoeksvraag te onderzoeken?) en (3) het evalueren van bewijs (e.g., wat is de uitkomst van het experiment?) (Klahr & Dunbar, 1988, Germann, Aram, & Burke, 1996). Binnen dit onderzoek werd gekeken naar de overkoepelende schaal wetenschappelijk denken.

Voor het meten van de creativiteit is The Test for Creative Thinking-Drawing Production (TCT-DP; Urban, 2005) afgenomen. Leerlingen kregen bij deze taak een niet afgemaakte tekening, welke zij verder mochten afmaken. De tekening is vervolgens beoordeeld op 14 criteria, passend bij de schaal 'creativiteit'. Hoewel de Commissie Testaangelegenheden Nederland (COTAN; NIP, 2009-2014) deze test nog niet beoordeeld heeft, worden de validiteit en betrouwbaarheid van deze test in diverse onderzoeken als acceptabel beschouwd (Kirsch, 1988; Urban, 2005).

Het meten van motivatie is gedaan aan de hand van de Prestatie Motivatie Test voor

---

<sup>1</sup> Zie bijlage 1 voor het toetsblad en bijlage 2 voor de evaluatiecriteria van de toets Wetenschappelijk Redeneren.



Kinderen (PMT-K-2; Hermans, 1983). Dit is een vragenlijst waarbij leerlingen 89 items moeten aanvullen, waarbij elk item op twee of drie manieren afgemaakt kan worden. De test bestaat uit vier subschalen: (1) prestatiemotief, (2) negatieve faalangst, (3) positieve faalangst en (4) neiging om positieve antwoorden te geven. Enkel de schaal prestatiemotief is mee genomen binnen dit onderzoek. De PMT-K-2 is door de COTAN beoordeeld als goed.

Tot slot is de IQ-score van de leerlingen bepaald. Dit is gedaan door hun respectievelijke scores uit de reeds afgenomen Nederlandse Intelligentietest voor Onderwijsniveau (NIO; Van Dijk & Tellegen, 2014) uit de schooldossiers te halen. De NIO is door de COTAN als voldoende beoordeeld.

### **Data-analyse**

Na afname van het onderzoeksinstrument Wetenschappelijk Redeneren zijn alleen de compleet ingevulde antwoordformulieren meegenomen in de analyse. Vervolgens zijn alle items op de schaal wetenschappelijk redeneren omgecodeerd in dezelfde richting, waarna de betrouwbaarheid is bepaald aan de hand van een Cronbach's alfa berekening. Deze berekening is leidend om te bepalen welke items in de somscore meegenomen worden. Ondanks verwijdering van twee items is de betrouwbaarheid van dit meetinstrument laag (.362). Ten slotte zijn de beschrijvende statistieken berekend en beschreven voor alle variabelen vanuit de onderzoeks(deel)vragen.

In hoeverre de persoonskenmerken (IQ, motivatie en creativiteit) het niveau van wetenschappelijk redeneren kunnen voorspellen is getest aan de hand van de hiërarchische multiple regressieanalyse. Daarnaast is gekeken naar de moderatie van de variabelen IQ, motivatie, creativiteit en leeftijd op wetenschappelijk redeneren. Door het product te nemen van de gecentreerde schaalgemiddelden zijn interactie-variabelen gecreëerd. Deze variabelen zijn ook toegevoegd aan het model van hiërarchische multiple regressie.

Voorafgaand aan de analyse is gecontroleerd op alle voorwaarden van de hiërarchische multiple regressie (Allen & Benett, 2012). Hierbij is de dataset gecontroleerd op uitschieters. Waarden groter dan drie standaarddeviaties zijn verwijderd omdat deze voor een vertroebeld beeld kunnen zorgen van de uiteindelijke analyse (Gravetter & Wallnau, 2013). Daarna is voor alle variabelen bekeken of er sprake is van een normaalverdeling. Tevens is bepaald of er multicollineariteit is tussen de onafhankelijke variabelen aan de hand van een univariate correlatiematrix. Wanneer de onafhankelijke variabelen meer dan .80 met elkaar correleren is het onmogelijk om het afzonderlijke belang van deze voorspellers op de afhankelijke variabele te beoordelen (Field, 2013). Tot slot is bepaald of er sprake is van normaliteit, lineariteit en homoscedasticiteit van residuen.

Na bevestiging dat aan alle voorwaarden was voldaan, is er een hiërarchische multiple regressie uitgevoerd. In stap één zijn de hoofdeffecten ingevoerd, namelijk motivatie, IQ en creativiteit. In stap twee werden de interactie-effecten tussen deze variabelen in het voorspellen van wetenschappelijk redeneren toegevoegd. Hierbij is een alpha gehanteerd van .05. Omdat er geen significante interactie-effecten zijn vastgesteld, is er geen sprake van een moderatie op de verbanden. Om deze reden was het niet nodig vervolgoetsen uit te voeren om de richting van deze verbanden te bepalen.

### Resultaten

De gemiddelden van de persoonskenmerken van de leerlingen in deze steekproef zijn laag ten opzichte van de gemiddelde Nederlandse leerling binnen dezelfde leeftijdsgroep (zie tabel 1). In tabel 2 worden de correlaties weergegeven. De correlaties zijn laag, wat betekent dat de verschillende voorspellers weinig met elkaar samenhangen. Enkel de correlatie van wetenschappelijk redeneren met de voorspeller IQ is significant.

Tabel 1.

*Beschrijvende statistieken van de steekproef.*

	N	M	SD	Range	Skew
Wetenschappelijk redeneren	120	55,81	11,21	57,50	-.460
Motivatie	156	4,90	2,06	8	.131
IQ	168	88,90	8,88	43	-.129
Creativiteit	102	21,46	10,49	46	.828
Leeftijd	176	13,39	0,64	2,84	.134

*Noot.* Landelijke gemiddelden op basis van opleidingsniveau en leeftijd:  $M_{IQ} = 92,60$ ,

$M_{creativiteit} = 27,64$ ,  $M_{motivatie} = 5,00$

Om te kijken welk deel van de variantie van wetenschappelijk redeneren verklaard kan worden door de voorspellers, is een hiërarchische multiple regressieanalyse uitgevoerd. Hierbij zijn motivatie, creativiteit, IQ en leeftijd ingevoerd als onafhankelijke variabelen. Dit model verklaart 10,80% van de variantie op wetenschappelijk redeneren. De ongestandaardiseerde ( $B$ ) en de gestandaardiseerde ( $\beta$ ) regressiecoëfficiënten en de significantie voor elke voorspeller in de hiërarchische multiple regressieanalyse staan

gerapporteerd in Tabel 2. Hieruit komt naar voren dat de variabelen motivatie en creativiteit geen significante voorspellers zijn voor wetenschappelijk redeneren. Enkel IQ is een significante voorspeller van wetenschappelijk redeneren ( $R^2 = .13$ ,  $F(1, 148) = 17,45$   $p < .001$ ). Dit betekent dat leerlingen met een hoger IQ een beter wetenschappelijk redeneringsvermogen hebben.

De interactie-effecten hebben geen significante invloed op het vermogen tot wetenschappelijk redeneren. Dit betekent dat het effect van IQ op wetenschappelijk redeneren niet afhangt van motivatie, creativiteit en leeftijd.

Tabel 2.

*Correlaties voor Wetenschappelijk redeneren, Motivatie, IQ, Creativiteit en Leeftijd.*

	1.	2.	3.	4.	5.
1. Wetenschappelijk redeneren	-				
2. Motivatie	-.068	-			
3. IQ	.366**	-.041	-		
4. Creativiteit	.014	-.162	.154	-	
5. Leeftijd	.040	-.061	.020	.042	-

*Noot.* \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ .

Tabel 3.

*Hiërarchische multiple regressie-analyse van IQ, motivatie en creativiteit op wetenschappelijk redeneren.*

Variabele	B	SE(B)	<i>B</i>	Sig. (p)
IQ	.274	.128	.253	.036
Motivatie	-.418	.549	-.090	.449
Creativiteit	-.119	.113	-.126	.294
Leeftijd	.196	.157	.147	.215
IQ x creativiteit	.005	.012	.044	.713
IQ x motivatie	-.050	.055	-.089	.369
IQ x leeftijd	.017	.014	.110	.217

*Noot.*  $R^2 = .104$

### **Discussie en conclusie**

In dit onderzoek is gekeken naar de samenhang van motivatie, IQ en creativiteit op het vermogen tot wetenschappelijk redeneren. Verwacht werd dat een hogere mate van motivatie, IQ en creativiteit een positief effect zou hebben op het niveau van wetenschappelijk redeneren bij leerlingen. Ook stond de vraag centraal of IQ, motivatie en creativiteit met elkaar interacteren ten opzichte van wetenschappelijk redeneren.

Enkele kanttekeningen moeten worden geplaatst bij het onderzoeken van het vermogen tot wetenschappelijk redeneren. Omdat bestaande testmiddelen om dit construct te meten ontbreken, is gebruik gemaakt van een toetsinstrument dat in ontwikkeling is. Het ontwikkelen van een betrouwbaar en valide toetsinstrument is een proces dat veel voeten in aarde heeft. Na afname van het toetsinstrument kan gesteld worden dat ondanks verwijdering van items, de interne consistentie en de betrouwbaarheid, gemeten aan de hand van de Cronbach's alfa, in twijfel kan worden getrokken. Echter, Sijtsma & Klaas (2009) veronderstellen dat de Cronbach's alfa geen maat is voor de interne consistentie. Volgens hen geeft deze meting enkel de kleinste maat voor betrouwbaarheid weer, waardoor de werkelijke betrouwbaarheid van testen wordt onderschat. Om deze reden zou nader onderzoek naar de psychometrische aspecten van het toetsinstrument een betrouwbaarder beeld moeten geven ten aanzien van de interne consistentie en de betrouwbaarheid. Gezien de uitkomsten van dit onderzoek zou ook de externe validiteit van dit toetsinstrument beschouwd moeten worden. Om bovenstaande redenen moeten de uitkomsten van dit onderzoek met enige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd.

Uit de resultaten is gebleken dat een hoger IQ samenhangt met een hoger niveau van wetenschappelijk redeneren. Dit is in overeenstemming met voorgaand onderzoek over dit onderwerp (Stuessy, 2006). Verwacht wordt dat dit komt omdat het probleemoplossend vermogen (Resing & Drenth, 2007) en het abstract redeneringsvermogen (Gardner, 1983) gemeten worden bij IQ. Beide vaardigheden zijn nodig bij wetenschappelijk redeneren (Burmeister, 1952). Conform de uitkomsten van diverse onderzoeken blijken creativiteit (Gakhar & Kaura, 1977; Getzels & Jackson, 1962; Jarial 1979) en motivatie (Aspinwall & Taylor, 1992; Joswig, 1994; Spence, Pred, & Helmreich, 1989) geen invloed uit te oefenen op de samenhang tussen IQ en de prestaties op de toets van wetenschappelijk redeneren.

De verwachte relatie tussen creativiteit en het niveau van wetenschappelijk redeneren bij leerlingen is niet gevonden. Een mogelijke reden hiervoor is dat het construct creativiteit zoals gedefinieerd binnen dit onderzoek, niet gelijk is aan de definitie van creativiteit gebruikt

binnen de TCT-DP. Dit onderzoek is uitgegaan van Cropley's (2000) definitie van creativiteit, waarbij de cognitieve componenten divergent denken en associëren centraal staan. Het onderzoeksmiddel TCT-DP gaat uit van een model waarbij drie cognitieve componenten en drie componenten aangaande persoonlijkheid beschouwd worden. Hierbij zijn geen van deze componenten op zichzelf staand verantwoordelijk voor het hele creatieve proces (Urban & Jellen, 2005). Mogelijk hebben de componenten met betrekking op divergent denken en associëren onvoldoende effect op het model van creativiteit zoals geformuleerd door Urban en Jellen (2010), waardoor creativiteit, zoals gedefinieerd door Cropley (2002) niet wordt gemeten. Tot slot bestaat het onderzoeksmiddel TCT-DP uit 14 evaluatiecriteria, waarbij exacte objectieve instructies voor het beoordelen van deze criteria niet vast te stellen zijn omdat het creatieve producten zoals divergentie en originaliteit betreft. Het beoordelen en scoren van deze test is daarom een zeer complexe aangelegenheid. De validiteit van deze test wordt om deze reden ter discussie gesteld. Dit is mogelijk van invloed op de resultaten van dit onderzoek.

Naast IQ en creativiteit is ook gekeken naar motivatie als voorspeller van het vermogen tot wetenschappelijk redeneren. Ondanks dat er in de literatuur sterke aanwijzingen zijn dat het vermogen tot wetenschappelijk redeneren beïnvloed wordt door de mate van motivatie, is hier geen samenhang voor gevonden. Omdat eerder onderzoek heeft uitgewezen dat motivatie essentieel is om kennis te vergaren (Grabowski, 2004; Dweck, 1986), is het van belang na te gaan in hoeverre de toets wetenschappelijk redeneren een beroep doet op op deze vaardigheid. Mogelijk is het ontwerp van de toets er in mindere mate op gericht nieuwe kennis te vergaren, maar doet het een sterker beroep op het ophalen van eerder verworven kennis. Dit is niet in overeenstemming met het doel van de toets wetenschappelijk redeneren, waarbij het vermogen van leerlingen om probleemoplossende strategieën toe te passen getoetst wordt. Zoals eerder vermeld zal toekomstig onderzoek zich moeten richten op het meetbaar maken van het construct wetenschappelijk redeneren. Een tweede mogelijke reden voor het ontbreken van de samenhang tussen motivatie en wetenschappelijk redeneren wordt gevonden wanneer de invloed van tijd tussen beide testafnamen wordt bekeken. Ryan en Deci (2000) leveren het bewijs dat ondersteunende voorwaarden zijn vereist voor het behoud en de versterking van motivatie. In minder hulpvaardige omstandigheden neemt de motivatie af. In dit geval is het mogelijk dat de aanvankelijke motivatiemeting verschilt van de werkelijke motivatie gedurende de afname van de toets wetenschappelijk redeneren.

Samenvattend kan worden gesteld dat enkel IQ van invloed is op het vermogen tot wetenschappelijk redeneren bij leerlingen. Motivatie, creativiteit en leeftijd spelen hierbij

geen rol.

Naast kanttekeningen zijn er ook sterke punten te noemen aan dit onderzoek. Aan dit onderzoek deed een relatief groot aantal participanten mee. Daarnaast draagt dit onderzoek bij aan de wetenschappelijke kennis over de samenhang tussen verschillende persoonskenmerken. Er is een eerste opzet voor een meetinstrument voor het vermogen tot wetenschappelijk redeneren tot stand gekomen en tot slot worden aanbevelingen voor verder onderzoek gedaan. Hier kan in de toekomst op voort gebouwd worden.

## Referenties

- Allen, P., & Bennett, K. (2012). *SPSS A practical Guide version 20.0*. Victoria: Cengage Learning Australia.
- Amabile, T. M. (1983). The social psychology of creativity: A componential conceptualization. *Journal of Personality and Social Psychology, 45*, 357-376.  
Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1037/0022-3514.45.2.357>
- Aspinwall, L. G., & Taylor, S. E. (1992). Modeling cognitive adaptation: A longitudinal investigation of the impact of individual differences and coping on college adjustment and performance. *Journal of Personality and Social Psychology, 63*, 989-1003.  
Retrieved from: <http://psycnet.apa.org.proxy.library.uu.nl/doi/10.1037/0022-3514.63.6.989>
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart, & Winston.
- Barfurth, M. A., Ritchie, K. C., Irving, J. A., & Shore, B. M. (2009). A metacognitive portrait of gifted learners. In L. A. Shavinina (Ed.), *International handbook on giftedness. Part one*. (pp. 397-417). Québec: Springerlink.
- Basadur, M. (1997). Organizational development interventions for enhancing creativity in the workplace. *Journal of Creative Behavior, 31*, 59-72. doi: 10.1002/j.2162-6057.1997.tb00781.x
- Bowerman, B. L., & O'Connell, R. T. (1990). *Linear statistical models: An applied approach (2nd ed.)*. Belmont, CS: Duxbury.
- Burmeister, M. A. (1952). Behavior involved in critical aspects of scientific thinking. *Science Education, 36*, 259-263. doi: 10.1002/sce.3730360502
- Busato, V. V., Prins, F. J., Elshout, J. J., & Hamaker, C. (2000). Intellectual ability, learning style, personality, achievement motivation and academic success of psychology students in higher education. *Personality and Individual Differences, 29*, 1057-1068. doi:10.1016/S0191-8869(99)00253-6
- Clement, J. (1989). Learning via model construction and criticism. In G. Glover, R. Ronning, & C. Reynolds (Eds.), *Handbook of creativity: Assessment, theory, and research* (pp. 341-381). New York: Plenum.
- Cropley, A. J. (2000). Defining and measuring creativity: Are creativity tests worth using? *Roeper Review, 23*, 72-79. doi:10.1080/02783190009554069

- De Haan, J. (2004). *Ict en samenleving*. SCP, Sociaal en Cultureel Rapport 2004: In het zicht van de toekomst. Den Haag: Sociaal en Cultureel Planbureau.
- De Jong, F. P. C. M. (2006). Doen, leren en kenniscreatie: verstand en competentie (lectorale rede, STOAS Hogeschool Dronten, & CAH Dronten Lectoraat). Retrieved from: <http://library.wur.nl.proxy.library.uu.nl/WebQuery/groenekennis/1866598>
- Duckworth, A. L., & Seligman, E. P. (2005). Self-discipline outdoes IQ in predicting academic performance of adolescents. *Psychological Science*, *16*, 939-944. doi:10.1111/1/j.1467-9280.2005.01641.x
- Dweck, C. S. (1986). Motivational processes affecting learning. *American Psychologist*, *41*, 1040-1048. Retrieved from: <http://psycnet.apa.org.proxy.library.uu.nl/psycinfo/1987-08696-001>
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics*. London: Sage.
- Germann, P. J., Aram, R., & Burke, G. (1996). Identifying patterns and relationships among the responses of seventh-grade students to the science process skill of designing experiments. *Journal of research in science teaching*, *33*, 79-99. doi: 10.1002/(SICI)1098-2736(199601)
- Germann, P. J., & Aram, R. J. (1996). Student performances on the science processes of recording data, analyzing data, drawing conclusions, and providing evidence. *Journal of Research in Science Teaching*, *33*, 773-798. doi:10.1002/(SICI)1098-2736(199609)
- Getzels, J. W., & Jackson, P. W. (1962). *Creativity and intelligence: Explorations with gifted students*. New York: John Wiley & Sons.
- Gottfried, A. E., & Gottfried, A. W. (1996). A longitudinal study of academic intrinsic motivation in intellectually gifted children: Childhood through early adolescence. *Gifted Child Quarterly*, *40*, 179-183. doi: 10.1177/001698629604000402
- Grabowski, B. L. (2004). Generative learning contributions to the design of instruction and learning. *Handbook of research on educational communications*, *1*, 719-743. Retrieved from: [http://scholar.google.com.proxy.library.uu.nl/scholar?q=GENERATIVE+LEARNING+CONTRIBUTIONS+TO+THE&btnG=&hl=en&as\\_sdt=0%2C5](http://scholar.google.com.proxy.library.uu.nl/scholar?q=GENERATIVE+LEARNING+CONTRIBUTIONS+TO+THE&btnG=&hl=en&as_sdt=0%2C5)
- Gravetter, J. F., & Wallnau, L. B. (2013). *Statistics for the behavioral sciences*. Canada: Wadsworth Cengage Learning
- Grigorenko, E. L., & Sternberg, R. J. (1998). Dynamic Testing. *Psychological Bulletin*, *124*, 75-111. Retrieved from: [http://sfx.library.uu.nl/utrecht?sid=APA&url\\_ver=Z39.88-2004&rft.atitle=Dynamic testing.&rft.aufirst=ElenaL.&rft.aulast=Grigorenko&rft](http://sfx.library.uu.nl/utrecht?sid=APA&url_ver=Z39.88-2004&rft.atitle=Dynamic%20testing.&rft.aufirst=ElenaL.&rft.aulast=Grigorenko&rft)



date=1998-07&rft.epage=111&rft.spage=75&rft.jtitle=Psychological Bulletin&rft.volume= 124&rft.issue=1&rft.issn=0033-2909&rft.eissn=1939-1455&rft.genre=article&rft.pid=1998-04232-004&url\_ver=Z39.882004&rft\_val\_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:journal

- Haberlandt, K. (1994). *Cognitive psychology*. Boston: Allyn & Bacon.
- Hermans, H. J. M. (1983). *PMT-K '83 Prestatie Motivatie Test voor Kinderen*. Lisse: Swets & Zeitlinger.
- Janos, P. M., & Robinson, N. M. (1985). Psychosocial development in intellectually gifted children. In F. D. Horowitz, & M. O'Brien (Eds.), *The gifted and talented: developmental perspectives* (pp. 149–195). New York: American Psychological Association.
- Joswig, H. (1994). The connection between motivational and cognitive components of the personality of gifted pupils. *European Journal for High Ability, 5*, 153–162. doi: 10.1080/0937445940050205
- Kesner-Baruch, Y., Spektor-Levy, O., & Marshal, N. (2014). Pre-schoolers' verbal and behavioral responses as indicators of attitudes and scientific curiosity. *International Journal of Science and Mathematics Education, 2014*, 1-24. doi:10.1007/s10763-014-9573-6
- Kirsch, S. (1988). *Creativity of 9 to 12 year old children - a comparison of two creativity tests*. (Unpublished master's thesis). University of Hannover, Hannover.
- Klahr, D., & Dunbar, K. (1988). Dual space search during scientific reasoning. *Cognitive science, 12*, 1-48. doi: 10.1207/s15516709cog1201\_1
- Klahr, D., Zimmerman, C., & Jirout, J. (2011). Educational interventions to advance children's scientific thinking. *Science, 333*, 971-975. doi: 10.1126/science.1204528
- Komaraju, M., Karau, S. J., Smeck, R. R., & Avdic, A. (2011). The Big Five personality traits, learning styles, and academic achievement. *Personality and Individual Differences, 51*, 472-477. doi: 10.106/j.paid.2011.04.019
- Maker, C. J., & Nielson, A. B. (1996). Curriculum development and teaching strategies for gifted learners (2nd ed.). Austin: Pro-Ed.
- McCabe, M. P. (1991). *The journal of creative behavior, 25*, 116-122. doi:10.1002/j.2162-6057.1991.tb01361.x
- Mönks, F. J. (1985). Hoogbegaafden: Een situatieschets. In F. J. Mönks & P. Span (Eds.), *Hoogbegaafden in de samenleving* (pp. 17-32). Nijmegen: Dekker & van de Vegt.

- Mumford, M.D., Mobley, M.I., Uhlman, C.E., Reiter-Palmon, R., & Doares, L.M. (1991). Process analytic models of creative thought. *Creativity Research Journal*, 4, 91–122. doi: 10.1080/10400419109534380
- NIP (2009-2015). *COTAN*. Amsterdam: Boom test uitgevers.
- Qureshi, A. N. (1980). *A study of creativity in relation to intelligence, manifest anxiety and level of aspiration of high school girls*. (Unpublished master's thesis). Agra University, Agra.
- Resing, W. C. M., & Drenth, P. J. D. (2007). *Intelligentie*. Amsterdam: Uitgeverij Nieuwezijds.
- Runco, M. A., & Chand, I. (1995). Cognition and Creativity. *Educational Psychology Review*, 7, 242-267. doi:1040-726X/95/ug00-0243507.50/U
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55, 68-78. doi: 10.1037110003-066X.55.1.68
- Schauble, L. (1996). The development of scientific reasoning in knowledge-rich contexts. *Developmental Psychology*, 32, 102-119. Retrieved from: [http://sfx.library.uu.nl/utrecht?sid=APA&url\\_ver=Z39.88-2004&rft.atitle=The development of scientific reasoning in knowledge-rich contexts.&rft.aufirst=Leona&rft.aulast=Schauble&rft.date=1996-01&rft.epage=119&rft.spage=102&rft.jtitle=Developmental Psychology&rft.volume=32&rft.issue=1&rft.issn=0012-1649&rft.eissn=1939-0599&rft.genre=article&rft.pid=1996-01705-010&url\\_ver=Z39.88-2004&rft\\_val\\_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:journal](http://sfx.library.uu.nl/utrecht?sid=APA&url_ver=Z39.88-2004&rft.atitle=The%20development%20of%20scientific%20reasoning%20in%20knowledge-rich%20contexts.&rft.aufirst=Leona&rft.aulast=Schauble&rft.date=1996-01&rft.epage=119&rft.spage=102&rft.jtitle=Developmental%20Psychology&rft.volume=32&rft.issue=1&rft.issn=0012-1649&rft.eissn=1939-0599&rft.genre=article&rft.pid=1996-01705-010&url_ver=Z39.88-2004&rft_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:journal)
- Schoenfeldt, L. F., & Woodman, R. W. (1989). Individual differences in creativity: An interactionist perspective. In J. A. Glover, J. A., R. R. Ronning, & C. R. Reynolds (Eds.), *Handbook of creativity 3rd edition (pp.78-97)*. New York: Plenum Press.
- Shore, B. M., & Kanevski, L. S. (1993). Thinking processes: Being and becoming gifted. In K. A. Heller, F. J. Mönks, & A. H. Passow (Eds.), *International Handbook of research and development of giftedness and talent (pp. 156-167)*. Oxford: Pergamon Press.
- Simon, H. A. (1986). Understanding the processes of science: The psychology of scientific discovery. In T. Gamelius (Ed.), *Progress in science and its social conditions (pp. 159-170)*. Oxford: Pergamon Press.
- Sloep, P. & Jochems, W. (2007). De e-lerende burger. In J. Steyaert & J. D. Haan (Eds.), *Jaarboek ICT en samenleving 2007; gewoon digital (pp. 171-187)*. Amsterdam: Boom.

- Smeck, R. R., & Geisler-Brenstein, E. (1989). Individual differences that affect the way students approach learning. *Learning and Individual Differences, 1*, 85-124. doi: 10.1016/1041-6080(89)90011-3
- Sousa, D. A. (2009). *How the gifted brain learns*. Thousand Oaks: Corwin.
- Spence, J. T., Pred, R. S., & Helmreich, R. L. (1989). Achievement strivings, scholastic aptitude, and academic performance: a follow-up to "impatience versus achievement strivings in the type a pattern". *Journal of Applied Psychology, 74*, 176-178.  
Retrieved from: [http://sfx.library.uu.nl/utrecht?sid=APA&url\\_ver=Z39.88-2004&rft.atitle=Achievement strivings, scholastic aptitude, and academic performance: A follow-up to "Impatience versus achievement strivings in the Type A pattern."&rft.aufirst=Janet T.&rft.aulast=Spence&rft.date=1989-02&rft.epage=178&rft.spage=176&rft.jtitle=Journal of Applied Psychology&rft.volume=74&rft.issue=1&rft.issn=0021-9010&rft.eissn=1939-1854&rft.genre=article&rft.pid=1989-20528-001&url\\_ver=Z39.88-2004&rft\\_val\\_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:journal](http://sfx.library.uu.nl/utrecht?sid=APA&url_ver=Z39.88-2004&rft.atitle=Achievement%20strivings,%20scholastic%20aptitude,%20and%20academic%20performance:%20A%20follow-up%20to%20%22Impatience%20versus%20achievement%20strivings%20in%20the%20Type%20A%20pattern.%22&rft.aufirst=Janet%20T.&rft.aulast=Spence&rft.date=1989-02&rft.epage=178&rft.spage=176&rft.jtitle=Journal%20of%20Applied%20Psychology&rft.volume=74&rft.issue=1&rft.issn=0021-9010&rft.eissn=1939-1854&rft.genre=article&rft.pid=1989-20528-001&url_ver=Z39.88-2004&rft_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:journal)
- Srivastava, S., & Thomas, A. (1991). Creativity of pre-school children effect of sex, age, birth order and intelligence. In J. C. Kaufman & R. Sternberg (Eds.), *The international handbook of creativity* (pp. 437-445). Cambridge: Cambridge United Press.
- Sternberg, R.J. (1988). A three-facet model of creativity. In: Sternberg, R.J. (Ed.), *The Nature of Creativity: Contemporary Psychological Perspectives* (pp.23-37). Cambridge: Cambridge University Press.
- Stuessy, C. L. (2006). Path analysis: A model for the development of scientific reasoning abilities in adolescents. *Journal of Research in Science Teaching, 26*, 41-53. doi: 10.1002/tea. 3660260105
- Treffinger, D.J., Isaksen, S.G., & Dorval, K.B. (1994). Creative problem solving: An overview. In M. A. Runco (Ed.), *Problem Finding, Problem Solving, and Creativity* (pp. 223-236). Norwood: Ablex Publishing Company.
- Van der Neut, I., Teurlings, C., & Kools, Q. (2005). *Inspelen op leergedrag van vmbo-leerlingen*. Tilburg: IVA.
- Van der Steen, S., Steenbeek, H., Wielinski, J., & Van Geert, P. (2012). A Comparison between young students with and without special needs on their understanding of scientific concepts. *Education Research International, 1*, 1-12. doi:10.1155/2012/260403

- Webb, J. T. (1993). Nurturing social-emotional development of gifted children. In K. A. Heller, F. J. Mönks, & A. H. Passow (Eds.), *International Handbook of research and development of giftedness and talent* (pp. 367-389). Oxford: Pergamon Press.
- Urban, K. K. (2005). Assessing creativity: The Test for Creative Thinking - Drawing Production (TCT-DP). *International Education Journal*, 6, 272-280. Retrieved from: <http://eric.ed.gov/?id=EJ854980>
- Zimmerman, C., (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, 27, 172-223. doi: 10.1016/j.dr.2006.12.001

**Bijlage 1. Toetsblad van het meetinstrument wetenschappelijk redeneren.**

Toets Wetenschappelijk denken

Zo meteen krijg je een filmpje te zien. Bij dit filmpje horen een aantal vragen. Na elke vraag krijg je even tijd om hier over na te denken en het antwoord op te schrijven. Je zal merken dat sommige vragen makkelijker zijn en sommige vragen wat moeilijker. Schrijf op wat jij het beste antwoord vindt, fouten maken is hierbij niet erg. De uitkomst van de test telt niet mee voor je rapport. Als je jouw antwoord hebt opgeschreven wacht je rustig en in stilte op de volgende vraag.

Vul zo meteen eerst je naam, leeftijd en klas in.

Succes!

Naam: ..... Klas: .....

Leeftijd: .....

Vraag 1a

Beschrijf in stappen hoe de professor met deze materialen een raket kan bouwen die de lucht in gaat.



pomp



ventiel



kurk



vinnen



fles



plakband

- Stap 1: .....
- Stap 2: .....
- Stap 3: .....
- Stap 4: .....
- Stap 5: .....
- Stap 6: .....
- Stap 7: .....
- Stap 8: .....
- Stap 9: .....
- Stap 10: .....

- Ja, ik weet al hoe ik een raket moet bouwen
- Nee, ik heb nooit eerder gehoord hoe ik een raket kan bouwen

Vraag 1b

Wat denk jij dat er gaat gebeuren?

.....

.....

.....

Vraag 1c

Verklaar hoe het komt dat de raket de lucht in schiet.

Zet de 5 stappen in de juiste volgorde. Zet het juiste nummer in elk vakje.

- De kurk schiet uit de fles
- Lucht komt in de fles
- De fles gaat de lucht in
- Door het pompen wordt lucht verplaatst
- De luchtdruk in de fles bouwt zich op

Vraag 1d

Ging het zoals jij verwacht had? *Kruis aan. ('nee': vul dan nu de juiste volgorde in)*

Ja, het ging precies zoals ik bij de vorige vraag had opgeschreven

Nee, ik zag dat het in een andere volgorde gebeurde. Vul hier de goede volgorde in:

- |                          |  |
|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | De kurk schiet uit de fles             |
| <input type="checkbox"/> | Lucht komt in de fles                  |
| <input type="checkbox"/> | De fles gaat de lucht in               |
| <input type="checkbox"/> | Door het pompen wordt lucht verplaatst |
| <input type="checkbox"/> | De luchtdruk in de fles bouwt zich op  |

Vraag 2a

Kruis de **twee** juiste kenmerken aan, die de professor in dit experiment kan onderzoeken:

- |                          |                                      |
|--------------------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Snelheid van de raket                |
| <input type="checkbox"/> | Grootte van de raket                 |
| <input type="checkbox"/> | Tijd dat de raket in de lucht blijft |
| <input type="checkbox"/> | Hoogte van de raket                  |
| <input type="checkbox"/> | Het aantal vinnen op de raket        |

Vraag 2b

Welk kenmerk kan de professor veranderen? Vul in.

Als de professor ..... verandert, verandert  
.....(het andere kenmerk) ook.

Vraag 2c

Welke raket blijft langer in de lucht?

*Zet een rondje op het goede antwoord:*

de kleine raket      *of*      de grote raket

Vraag 2d

Leg uit waarom de professor denkt dat de grote raket langer in de lucht blijft.

.....

.....

.....

.....

.....

Vraag 3a

Om te onderzoeken of de grote raket langer in de lucht blijft heeft de professor de volgende onderdelen nodig, kruis aan:

- |                          |             |                          |              |                          |           |
|--------------------------|-------------|--------------------------|--------------|--------------------------|-----------|
| <input type="checkbox"/> | Meetlint    | <input type="checkbox"/> | Stopwatch    | <input type="checkbox"/> | Bomen     |
| <input type="checkbox"/> | Grote raket | <input type="checkbox"/> | Camera       | <input type="checkbox"/> | Fietspomp |
| <input type="checkbox"/> | Gras        | <input type="checkbox"/> | Kleine raket | <input type="checkbox"/> | Papier    |
| <input type="checkbox"/> | Eierwekker  | <input type="checkbox"/> | Pen          | <input type="checkbox"/> | Computer  |

Vraag 3b

Schrijf alle losse materialen op die de professor nodig heeft om het experiment uit te voeren.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vraag 3c

Welke informatie uit het filmpje is belangrijk om te bepalen of de grote of de kleine raket langer in de lucht blijft? Kies het beste antwoord.

- Het aantal meters dat de raketten in de lucht zijn
- Het aantal slagen dat de professor heeft gepompt voordat beide raketten de lucht in gingen
- De lengte van de punt van beide raketten in centimeters
- De afstand die de raket heeft afgelegd vanaf de lanceerplek (in meters)
- De tijd in seconden dat de raketten in de lucht zijn geweest

Vraag 3d

Schrijf een zo volledig mogelijke conclusie op.

.....

.....

.....

.....



**Bijlage 2: Evaluatiecriteria voor de toets Wetenschappelijk denken**Verantwoording van de antwoorden:

- A. Volledig (gelijk aan het vastgestelde antwoord)
- B. Adequate antwoorden die niet alle informatie bevatten van dan de originele taak
- C. Draagt ook de betekenis van het probleem uit, maar de weggelaten elementen in de antwoord worden als belangrijk beschouwd
- D. Of de oorzakelijke of de reactieve variabelen ontbreken
- E. Antwoorden zijn afgeleid door het voorbeeld uit de instructie

Vraag 1a

Volledige antwoord vraag 1a:

Stap 1: Doe het fietsventiel in de kurk

Stap 2: Plak de vinnen op de fles

Stap 3: Vul de fles met water

Stap 4: Doe de kurk met het fietsventiel op de fles

Stap 5: Maak de pompslang vast aan de kurk met het ventiel

Stap 6: Ga nu pompen

Categorie	Criteria
A	De leerling benoemt alle afzonderlijke stappen (m.u.v. stap 3), zoals genoemd bij het volledige antwoord
B	De leerling benoemt in ieder geval stap 4, 6
C	De leerling benoemt in ieder geval stap 6
D	De leerling benoemt stap 6 niet
E	De leerling geeft geen van bovenstaande antwoorden

Wanneer de leerling benoemd dat hij een gat in de achterkant van de fles maakt, maar ook juiste stappen volgens het antwoordformulier benoemd, wordt dit niet fout geteld.

Vraag 1b

Volledig antwoord vraag 1b:

Elementen die in het antwoord terug moeten komen

- a. Toevoegen van lucht - Vb. Lucht komt in de fles, de fles zet uit
- b. Luchtdruk - Vb. Er komt druk te staan op de kurk, luchtdruk in de fles
- c. Kurk - Vb. De fles schiet van de kurk
- d. Water - Vb. Het water spuit uit de fles
- e. Opstijgen - Vb. De fles gaat de lucht in

Categorie	Criteria
A	Alle essentiële en niet-essentiële elementen zijn aanwezig a, b, c, e (eventueel d)
B	Alle essentiële elementen zijn aanwezig In ieder geval de elementen: a, c, e
C	Essentiële elementen te algemeen aangegeven a/b/c/d en e (tenminste 2 stappen, waarbij e benoemd moet worden)
D	Enkel de uitkomst wordt beschreven: e Enkel het proces wordt beschreven: a/b/c/d
E	Het is geen relevante beschrijving of er wordt een vraag gesteld

Vraag 1c

Volledig antwoord vraag 1c:

Elementen die in de juiste volgorde voorkomen

Stap 1: d. Door het pompen wordt lucht verplaatst

Stap 2: b. Lucht komt in de fles

Stap 3: e. De luchtdruk in de fles bouwt zich op

Stap 4: a. De kurk schiet uit de fles

Stap 5: c. De fles gaat de lucht in

Categorie	Criteria
A	Alle elementen worden in de juiste volgorde benoemd
B	3 van de elementen worden in de juiste volgorde na elkaar benoemd (bv. e, a, c).
C	Stap 1 en stap 5 worden juist benoemd. Stap 1: antwoord b of d Stap 5: antwoord c
D	Enkel stap 5 wordt juist benoemd. Stap 5: antwoord c
E	Er is geen relevante volgorde beschreven

Vraag 1d

Wanneer de leerling 'nee' heeft ingevuld en wijzigingen gemaakt heeft in de volgorde, wordt deze vraag beoordeeld. Hierbij wordt gebruik gemaakt van dezelfde criteria als vraag 1c.

Wanneer de leerling 'ja' heeft ingevuld en geen wijzigingen heeft gedaan, wordt deze vraag niet mee genomen in de scoring en ontvangt de leerling geen punten.

Vraag 2a

Volledig antwoord vraag 2a:

Kenmerk: Grootte van de raket

Kenmerk: Tijd dat de raket in de lucht blijft

Categorie	Criteria
A	Beide kenmerken worden juist benoemd.
B	Eén kenmerk wordt juist benoemd
C	Geen van de juiste kenmerken worden benoemd

Vraag 2b

Volledig antwoord vraag 2b:

Kenmerk 1: Grootte van de raket

Kenmerk 2: Tijd dat de raket in de lucht blijft

Categorie	Criteria
A	Beide kenmerken worden in de juiste volgorde benoemd.
B	De kenmerken worden niet in de juist volgorde benoemd.
C	Er is geen relevante volgorde beschreven

Vraag 2c

Deze vraag wordt niet meegenomen bij de scoring.

Vraag 2d

Volledige antwoord vraag 2d:

Als er meer lucht(druk) in de fles komt zal de raket hoger de lucht in gaan.

a: de lucht (druk)                      a': afgeleiden van het toevoegen van lucht (vb. lucht neemt toe gaat)

b: meer                                      b': afgeleiden van de term stijgen of daalt (vb. toeneemt, meer)

c: grote

d: raket

e: hoger/langer                      e': afgeleiden van de term hoger of lager (vb. verder, minder ver)

Categorie	Criteria
A	Alle essentiële en niet-essentiële elementen zijn aanwezig a, b, c, d, e
B	Alle essentiële elementen zijn aanwezig In ieder geval de elementen: a, b, c
C	Essentieel element te algemeen aangegeven In ieder geval element a, b
D	Enkel de uitkomst wordt benoemd. Enkel element e
E	Het is geen relevante beschrijving of er wordt een vraag gesteld

Vraag 3a

Volledig antwoord vraag 3a:

- a. grote raket
- b. kleine raket
- c. stopwatch
- d. fietspomp
- e. pen (en papier)
- f. gras
- g. camera
- i. eierwekker
- j. computer
- k. bomen
- l. meetlint

Categorie	Criteria
A	Alle essentiële en niet-essentiële elementen zijn aangevinkt a, b, c, d en één van de elementen e, g, j
B	Alle essentiële elementen zijn aangevinkt In ieder geval de elementen: a, b, c, d,
C	Er worden enkel elementen weergegeven voor het meten van de resultaten ontbrekende elementen: a, b Of er wordt meer één essentieel element benoemd: a of b
D	Er worden enkel elementen weergegeven die nodig zijn voor het bouwen van de raket ontbrekende elementen: c en/of d en/of e Of enkel 2 elementen beschreven Of er wordt één niet essentieel element benoemd: f, i, k
E	Het is geen relevante beschrijving of er wordt een vraag gesteld

Vraag 3b

Volledig antwoord vraag 3b:

- a. grote fles
- b. kleine fles
- c. stopwatch / meetlint
- d. fietspomp
- e. pen (en papier)
- f. knutselmateriaal: plakband, schaar, boor
- h. materialen raket: fietsventiel, kurk, water, vinnen

Categorie	Criteria
A	Alle essentiële en niet-essentiële elementen zijn aanwezig a, b, c, d, e en/of f, h
B	Alle essentiële elementen zijn aanwezig In ieder geval de elementen: a, b, c, d, h
C	Er worden enkel elementen weergegeven die nodig zijn voor het bouwen van één raket a of b, d, h
D	Er worden enkel elementen weergegeven die nodig zijn voor het oplaten en meten van de raket: c, d, e Of de raketten worden niet gespecificeerd (worden benoemd als de 'grote raket' en de 'kleine raket' Of de flessen worden niet benoemd: a, b ontbreken Of h wordt niet benoemd
E	Het is geen relevante beschrijving of er wordt een vraag gesteld

Vraag 3c

Volledig antwoord vraag 3c:

De tijd in seconden dat de raketten de lucht zijn geweest

Categorie	Criteria
A	Het juiste antwoord is aangevinkt
B	Het juiste antwoord is niet aangevinkt

Vraag 3d

Volledig antwoord vraag 3d:

In een testsituatie waarin de omstandigheden gelijk zijn gaat in de grote raket meer lucht dan in de kleine raket waardoor de grote raket hoger de lucht in gaat.

- a. De conclusie geeft de uitkomst van het experiment aan, namelijk welk component (grote raket of kleine raket) beter functioneert.
- b. De conclusie geeft aan dat het een experiment is tussen twee componenten, zowel de grote als de kleine raket worden benoemd.
- c. De conclusie is volledig in de beschrijving wat de componenten doen, namelijk langer in de lucht gaan.
- d. De conclusie geeft de reden aan waardoor het ene component hoger beter functioneert dan het andere component.

Categorie	Criteria
A	Alle essentiële en niet-essentiële elementen zijn aanwezig a, b, c, d
B	Alle essentiële elementen zijn aanwezig In ieder geval de elementen: a, c, d
C	De essentiële elementen worden te algemeen beschreven Enkel a, c worden benoemd Of enkel c, d worden benoemd
D	Enkel de uitkomst wordt beschreven a
E	Het is geen relevante beschrijving of er wordt een vraag gesteld