

## Kinderlezing: **Hoe weet ik of iets waar is?**

Verslag lezing zondag 18 juni 2017

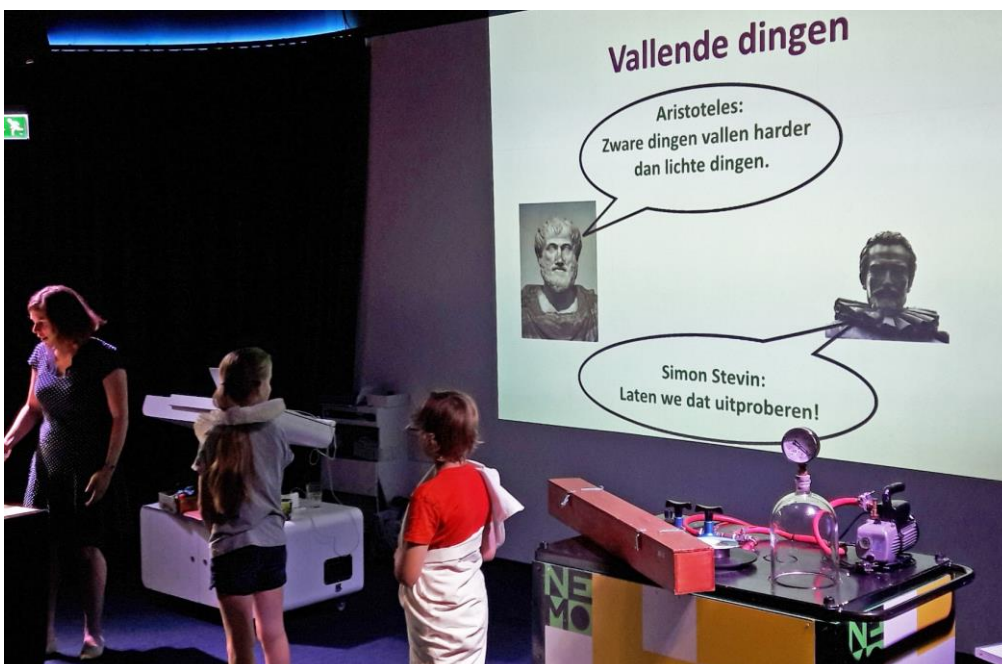
Vuur blus je met water. Toch? Of niet? Scheikundige Jocelyne Vreede van de Universiteit van Amsterdam laat tijdens de kinderlezing bij NEMO Science Museum in Amsterdam zien dat water ook vuur kan veroorzaken: ze laat een filmpje zien waarop is te zien dat ze wat water bij een mengsel van chemicaliën giet. Spontaan ontstaan er grote, gele vlammen en een flinke rookwolk. 'Dus water kan vuur máken, in plaats van dat het vuur blust,' zegt Vreede. 'Dus: wat is nou waar?'

Wanneer is iets waar? 'Als het niet fout is,' klinkt het in de zaal. En: 'Als het wetenschappelijk is onderzocht.' En dat hebben de kinderen helemaal goed. 'Ons idee over de waarheid is in de loop van de eeuwen heen wel ontzettend veranderd,' vertelt Vreede. In de prehistorie bestond de waarheid uit wat de mensen van elkaar leerden, bijvoorbeeld door vuur te maken door met een stokje te wrijven.

### **Twee waarheden**

In de klassieke oudheid, de tijd van de Grieken, Romeinen en filosofen, bestonden er twee waarheden. 'In die tijd waren er veel goden, zoals Zeus. Als het bliksemde, was Zeus aan het werk,' zegt Vreede. 'Alle waarheid komt van de goden, had je aan de ene kant. Aan de andere kant had je in die tijd de filosofen, de vrienden van de kennis, die alle waarheden tegen het licht hielden.' Eén van die filosofen was Aristoteles, die een grote rol speelt gedurende de lezing. Vreede haalt een jongen van de tribune en wikkelt een wit laken om hem heen. 'Jij bent Aristoteles,' zegt ze.

In de Middeleeuwen bestonden ook twee waarheden, al waren die per land verschillend. In Europa gold de waarheid van de Kerk, terwijl in de Arabische wereld de wetenschap bloeide en de waarheid van de wetenschap gold. In de Renaissance begon de wetenschap in Europa pas te bloeien. Vreede: 'In de Renaissance heerste strijd tussen de kerk en wetenschappers. Allebei dachten ze DE waarheid te hebben.' De bekende Nederlandse wetenschapper Simon Stevin komt uit deze tijd. Hij is verantwoordelijk voor de woorden wiskunde en natuurkunde, omdat hij het Nederlands de mooiste taal vond voor de wetenschap. Stevin speelt ook een belangrijke rol in de lezing, daarom krijgt een meisje een mooie geplooid kraag om. Ze mag naast Aristoteles gaan staan.



Na de Renaissance kwam de Verlichting. In deze tijd gingen mensen conclusies trekken. 'Nu leven we in de Moderne Tijd,' vertelt Vreede. 'We werken met de wetenschappelijke methode: verwonderen, verkennen, onderzoeken, waarnemen en concluderen.'

### 'Laten we dat uitproberen'

Aristoteles en Stevin mogen nu een stap naar voren zetten. In de klassieke oudheid zei Aristoteles: 'Zware dingen vallen harder dan lichte dingen.' Iets wat eeuwenlang voor waar werd aangehouden. Totdat Simon Stevin tweeduizend jaar later zei: 'Laten we dat uitproberen.' Stevin klimt op een ladder, terwijl Aristoteles bij de weegschaal staat. Hij weegt een pop aan een parachute en een balletje. De pop is zwaarder.

Als Aristoteles gelijk heeft, valt de pop dus harder naar beneden dan de bal. Hij geeft de spullen aan Stevin, die ze vervolgens tegelijk en van gelijke hoogte naar beneden laat vallen. En wat gebeurt er? De bal valt harder naar beneden! 'Dus de waarheid van Aristoteles klopt niet helemaal,' zegt Vreede. Dan wordt de proef herhaald. Nu met een balletje (zwaar) en een ballon (licht). Stevin laat ze weer tegelijk en van gelijke hoogte vallen en...Nu raakt het zwaarste ding wèl als eerste de grond! Dus Aristoteles had ook wèl gelijk.



### Onderzoeksvraag bedenken

De stelling van Aristoteles uit de klassieke oudheid, is dus in de Renaissance uitgeprobeerd door Stevin. Nu wordt de stelling onderworpen aan de wetenschappelijke methode van de Moderne Tijd. 'Dan moeten we eerst een onderzoeksvraag opstellen,' zegt Vreede. De vraag wordt dan: vallen zware dingen harder dan lichte dingen? 'Wat doen we als experiment,' vraagt ze. 'Dingen van gelijke hoogte laten vallen,' stelt een jongen voor.

De dochter van Vreede beklimt de ladder en laat een zware en een lichte bal naar beneden vallen. De kinderen horen maar één tik als de ballen de grond raken: ze komen tegelijk neer. Vreede: 'We kunnen dus de conclusie trekken dat zware en lichte dingen even hard vallen.' Maar is dat wel zo? Om te kijken of er niet iets anders een rol speelt bij de snelheid van het vallen van dingen, laat de dochter van Vreede nu twee vellen papier vallen. Maar: één is verfrommeld tot een prop. De vraag die nu wordt beantwoord is: vallen dingen die even zwaar zijn, even hard?

Het antwoord: nee. De prop en het vel zijn precies even zwaar, maar de prop valt recht en snel naar beneden, terwijl het vel rustig omlaag dwarrelt. Vreede: 'De vorm van het papier heeft invloed op hoe het valt.' Heeft dat misschien te maken met de lucht? 'Lucht kan van alles doen met de weerstand,' legt de scheikundige uit. 'We gaan een experiment doen door iets te laten vallen met en zonder lucht.'

In een buis zit een stukje papier en een steentje. De onderzoeksvraag is: vallen een papiertje en een etentje even hard in de lucht? Zoals de kinderen bij het vorige experiment al hebben kunnen zien, valt het papiertje lang niet zo hard naar beneden als het steentje. Dan wordt de lucht uit de buis gezogen: hij wordt vacuüm. Vallen een papiertje en een steentje even hard in vacuüm? De buis wordt omgedraaid en het steentje en het papiertje vallen

van gelijke hoogte naar beneden. En nu vallen ze even hard! 'Doordat de lucht eruit is, vangt het papiertje geen weerstand meer van de lucht en vallen ze even hard,' zegt Vreede.

### Waarheid op z'n wetenschaps

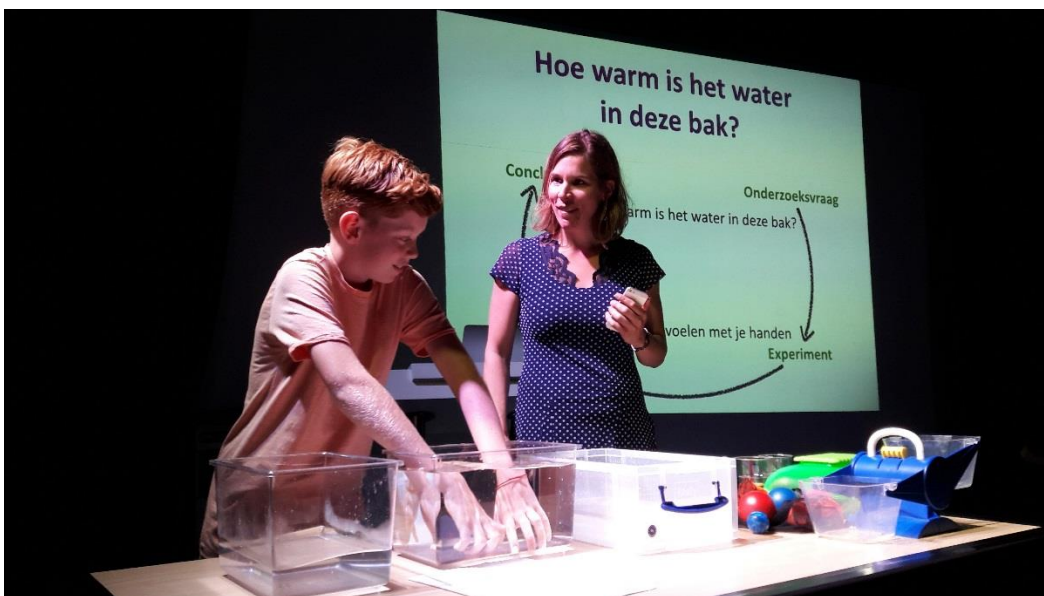
'Doordat we het systematisch hebben uitgeprobeerd, komen we tot de volgende conclusie: zware en lichte dingen vallen even hard, maar de weerstand door de lucht laat dingen harder of zachter vallen,' zegt Vreede trots. 'En dat is waarheid op z'n wetenschaps!'

De kinderen gaan nu zelf een aantal experimenten uitvoeren. Iedereen krijgt een plastic bekertje met een gele vloeistof. De onderzoeksvraag is: wat is de gele vloeistof? 'Appelsap,' zegt iemand. 'Plas,' denkt een ander. 'Nee, sinas!' Vreede: 'Wat doe je om het te weten te komen? Proeven wil ik niet, want misschien is het wel plas!' De kinderen denken even na en komen dan met het experiment: ruiken. 'Het ruikt zoet,' klinkt het. En ook: 'Het ruikt nergens naar.'

De onderzoeksvraag wordt aangepast. Is de vloeistof limonade? Als experiment nemen alle kinderen een slokje van de vloeistof. Maar wat is dat? Er komen twee waarheden uit: sommige kinderen hebben lekker zoete limonade, anderen hebben water met een kleurtje gekregen. 'We zien nu dat de waarheid soms verschillende dingen kan zijn,' zegt Vreede. 'Bij waarheid op z'n wetenschap is het heel goed om te beseffen hoe je het experiment uitvoert en hoe je iets waarneemt.'

### Ijsklontjes

Om die stelling te onderschrijven, haalt Vreede een jongen van de tribune. 'Hoe is het water in deze bak,' vraagt ze, terwijl ze naar een grote bak water wijst. Maar voordat hij de temperatuur gaat meten met zijn handen, moet hij eerst met zijn linkerhand in een bak koud water waar de ijsklontjes in rondrijven. Zijn andere hand steekt hij in een bak met warm water. Na een paar tellen mag hij de temperatuur van het water van de grote bak water meten. 'Aan de ene hand voelt het water koud, aan de andere warm,' voelt hij. 'Dus het water is lauw.'



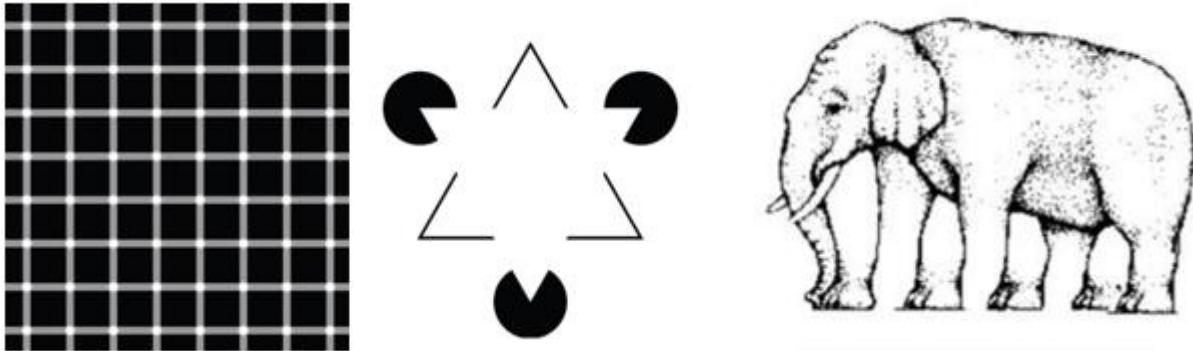
Om zeker te weten of het water lauw is, wordt een tweede waarneming gedaan. Een andere jongen steekt zijn handen in het water en concludeert: 'Het is koud.' 'Handen kunnen goed temperaturen waarnemen, maar ze zijn niet accuraat,' zegt Vreede. 'Dat is van invloed op de conclusie. Om zeker te weten wat de temperatuur is, moet je een thermometer gebruiken.' Een thermometer is namelijk onafhankelijk en niet-beïnvloedbaar. Vreede steekt een thermometer in het water en leest 'm af. Het water is 21 graden Celsius.

De kinderen weten nu dat je bij de waarheid op z'n wetenschaps rekening moeten houden met de manier van waarnemen. En ook het bewijs dat het niet waar is, speelt hierbij een belangrijke rol. Vroeger dachten de mensen bijvoorbeeld dat de aarde plat was. Nu zou de onderzoeksvraag zijn: wat is de vorm van de aarde? En als experiment laat Vreede een foto zien vanaf het dak van NEMO. 'Je neemt waar dat de horizon plat is, dus de

waarheid is dan: de aarde is plat. Dit was de waarheid voor mensen van vroeger,' vertelt Vreede. 'En als je als experiment in een raket stapt om van echt grote hoogte naar de aarde te kijken, neem je een bol waar en trek je de conclusie: de aarde is niet plat, maar rond.' Vroeger bestonden er echter nog geen raketten, waardoor de waarheid anders uitpakte. 'Als je beperkte middelen hebt om waar te nemen, kun je tot een andere waarheid komen,' legt Vreede uit.

### Vijf poten

Ook belangrijk bij de waarheid op z'n wetenschaps, is wie het experiment doet en wie de conclusie trekt. Om dat te onderbouwen, laat Vreede een aantal grafische plaatjes zien: een olifant met vijf poten, driehoeken die geen driehoeken zijn, een spiraal die eigenlijk geen spiraal is, maar vier cirkels van vierkantjes. Ieder kind in de zaal neemt iets anders waar. Vreede: 'Afhankelijk van je perspectief, kun je tot een heel andere waarheid komen. Dus het is heel belangrijk om vast te stellen wie de experimenten doet en wie de conclusies trekt.'



Tot slot haalt Vreede nog één belangrijk onderdeel van de waarheid op z'n wetenschaps aan, namelijk: geeft een meting altijd hetzelfde antwoord? De scheikundige stelt de onderzoeksvraag 'Hoeveel ogen gooi je met twee dobbelstenen?'. Een jongen gooit de dobbelstenen: acht ogen. 'Conclusie: met twee dobbelstenen gooi je altijd acht ogen,' stelt Vreede. Dan wordt het experiment nog eens gedaan: zes ogen. En nog eens: zeven ogen. Vreede: 'Het zijn steeds andere uitkomsten, terwijl we hetzelfde experiment doen. We kunnen dus niet zeggen dat je altijd acht ogen gooit met twee dobbelstenen.'

### 'Boterham valt àltijd met de besmeerde kant op de grond'

Zo aan het eind van de lezing, krijgt Vreede trek in een boterham met pindakaas. Maar wat gebeurt er nu? Ze tikt de boterham van tafel. Hij valt met de besmeerde kant naar beneden. Dat gebeurt nou altijd. Of toch niet? De kinderen gaan het onderzoeken. Eerst wordt een onderzoeksvraag bedacht: met welke kant valt een besmeerde boterham op de grond? 'Als experiment laat Vreede een boterham op de grond vallen. Pats! Op de besmeerde kant. Dan doet ze het nog eens. Bam! Op de niet-besmeerde kant. Dan laat Vreede een filmpje zien, waarop een besmeerde boterham in slow-motion van een tafel valt. Wat zien de kinderen? De boterham maakt een draai, waarbij hij halverwege de grond raakt.

'We gaan nu testen van twee keer zo hoog, kijken of de boterham verder door draait,' zegt Vreede. De vraag wordt nu: Maakt het uit van hoe hoog de boterham naar beneden valt? De boterham wordt van een grotere hoogte, de ladder, naar beneden getikt. De kinderen kijken en zien dat de boterham verder door draait. 'Ondanks dat de besmeerde kant van de boterham zwaarder is, draait hij door en valt hij niet met de besmeerde kant op de grond,' ziet Vreede. 'Conclusie: ja, de hoogte is belangrijk voor hoe de boterham op de grond terecht komt.'

De kinderen weten nu dat de waarheid op een wetenschappelijke manier kan worden aangetoond, door het systematisch doorlopen van een aantal stappen: verwonderen, onderzoeken, waarnemen en concluderen. 'Uitzoeken of iets waar is of niet blijft lastig,' besluit Vreede. 'Uiteindelijk is iets waar tot het tegendeel niet is bewezen.'

### Wil je ook een keer naar een Kinderlezing?

Kijk voor meer informatie over de Kinderlezingen op de website van NEMO:  
[www.nemosciencemuseum.nl/kinderlezing](http://www.nemosciencemuseum.nl/kinderlezing).