

Het raadsel van het drijvende graniet

Natuurkunde Een loodzware steen laten 'drijven' op water? Dat lukt in een zogeheten kogelfontein. Gefascineerd door dit vreemde fenomeen gingen twee Nederlandse fysici aan de slag en losten het raadsel op.

Door **Bruno van Wayenburg**

Heel vaak zie je ze niet, maar veel wetenschapsmusea hebben er wel een staan, en ook bijvoorbeeld pret-park de Julianatoren in Apeldoorn: een kogelfontein, een granieten bol die lijkt te drijven op een dun laagje water, dat met kracht van onder in een perfect ronde kom gespoet wordt. Langs de randen van de kom sijpelt het water naar buiten. Ook kinderen kunnen zo'n bol gemakkelijk aan het wentelen brengen, en hij blijft daarna nog minuten lang doordraaien.

Maar hoe werken ze? Hoe kan het dat honderden kilo's graniet soepeltjes draaien op zo'n iel laagje water, dat boven-

dien ook nog gemakkelijk weg kan stromen?

Die vraag stelde een natuurkundige, Ko van der Weele, die in zijn Griekse woonplaats Patras tegen een kogelfontein aanliep, aan een andere natuurkundige, Jacco Snoeijer van de Universiteit Twente, specialist in vloeistoflagen, -druppels en stromingen. En die vraag leidde tot een artikel in het vakblad voor natuurkunde-educatie *American Journal of Physics* (november 2014), waarin het raadsel van het drijvende graniet voor eens en voor altijd opgelost wordt.

Onsamendrukbaarheid van water

„Laat ik één ding helder stellen”, zegt Jacco Snoeijer in zijn werkkamer aan de Universiteit Twente, „we beschrijven hier geen

nieuwe fysica.” Maar toch, ondanks het feit dat juist wetenschapsmusea dol zijn op de gevaartes, is een echte verklaring niet te vinden.

Niet bij de musea, niet bij de fabrikanten, en eigenlijk ook niet in de vakliteratuur. Een zoektocht op internet levert verwijzingen op naar de wet van Archimedes, de onsamendrukbaarheid van water, en het Principe van Pascal, dat verklaart hoe vloeistoffen vloeistofdruk door kunnen geven. Allemaal relevant, zeker, maar geen sluitend verhaal. Eigenlijk kwam Van der Weele dan ook tot zijn vraag doordat het museum hem gevraagd had een korte uitleg te schrijven.

Snoeijer: „Van bijvoorbeeld kogellagers weten we al dat een dun laagje vloeistof de wrijving dramatisch kan verlagen.” Maar



Het is wel cruciaal dat de kogel en de kom goed gepolijst zijn

er is een verschil: in een kogellager kan het smeervet moeilijk ontsnappen, terwijl het water in de kogelfontein vrij is om aan de zijanten weg te stromen. Waarom perst de loodzware bol het water niet gewoon weg?

Snoeijer: „Dat komt natuurlijk in de eerste plaats omdat er van onder water bijgepompt wordt.” Maar de overdruk waarmee dat gebeurt is niet heel hoog: voor de bol in Patras, diameter 1 meter, slechts ongeveer een tiende atmosfeer.

Belangrijk is vooral óók het feit dat het waterlaagje erg dun is. Want er is nóg een natuurwet, de wet van Hagen-Poiseuille: hoe dunner een vloeistoflaag, hoe sterker de viscositeit (de 'stroperigheid') van het water zich doet gelden, en hoe groter de wrijving waarmee het doorstroomt. Ofwel: door een heel dun rietje moet je harder zuigen dan door een dikker rietje.

Dát verklaart dus waarom het water niet wegstroomt: de wrijving is te groot. Uit de berekeningen blijkt dat het laagje water tussen bol en kom ongeveer eenderde millimeter moet zijn. Metingen aan de kogelfontein in Patras, waarbij Van der Weele probeerde diverse voorwerpen zoals creditcards in de spleet te wurmen, komen daarmee goed overeen. „De spleet is ook niet zo wijd dat kinderen er hun vingers tussen kunnen wurmen”, merkt Snoeijer op - hij is ook vader.

Zelfregulerend systeem

Eigenlijk is de kogelfontein hiermee een zelfregulerend systeem, merkt hij op: als de bol zakt, wordt het waterlaagje dunner, stroomt het met een grotere wrijving, en stroomt het dus minder snel weg. Dus wordt het laagje vanzelf weer dikker. En andersom: als de waterlaag te dik zou worden, zakt de druk in, stroomt het water beter weg, en drukt de kogel het laagje weer naar zijn oorspronkelijke dikte van een fractie van een millimeter. „Het is wel cruciaal dat de kogel en de kom goed gepolijst zijn”, zegt Snoeijer. Want zo gauw kogel de ondergrond raakt, loopt hij vast.

Maar een natuurkundeartikel is eigenlijk niet compleet als een gedane voorspelling niet ook experimenteel getoetst wordt. Dus berekenden de twee de wrijving van de bol in Patras. Aan de hand daarvan valt te voorspellen hoe lang deze kogel, een keer in beweging gebracht, blijft doorwentelen.

De draaiingssnelheid neemt exponentieel af, voorspellen de formules, met een halfwaardetijd van 150 seconden. Ofwel: elke tweeënehalve minuut gaat de bol twee keer trager draaien. Van der Weele bracht de kogelfontein in Patras aan het wentelen, en hield met een stopwatch bij hoe snel de draaiing vertraagde. Het klopte.

EWEN ROBERTS / FLICKR

De kogelfontein in het Kennedy Space Center Visitor Complex in Houston heeft een granieten bal die 9 ton weegt.

