

De oude kilo is dood, leve de nieuwe

**Waarom hanteren we na 128 jaar plots een nieuwe standaard?**

**Martijn van Calmthout**

De Morgen 04-07-2017



**Een antiek gewicht in Parijs bepaalde 128 jaar lang wat precies een kilo is. Sinds zaterdag zit dat helemaal anders. De nieuwe standaard wordt bepaald. Waarom moet 'le Grand K' plaatsmaken?**

Noem het de ironie van de geschiedenis. Mogelijk kan het grote publiek binnenkort eindelijk de enige echte kilogram ter wereld bewonderen, en dat net op het moment dat het niet langer de enige echte kilo ter wereld is. Sommige ingewijden zouden namelijk de huidige standaardkilo in het Franse Sèvres, een voorstad van Parijs, willen tentoonstellen. Met een briefje erbij: "Primitieve voorloper van de kilogram." Meer dan een eeuw heeft le Grand K, zoals het standaardgewicht wordt genoemd, in een kelderkluis in het Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) gestaan. Een pijpje goudgeel gepolijst platina-iridium onder drie opeenvolgende glazen stolpen. Een enkele keer mag hij eruit, om te controleren of kopieën van het gewicht, waarmee wél gewerkt mag worden, nog wel de juiste massa hebben. Dat is geen uitgemaakte zaak. Jaren geleden bleken de kopieën systematisch zwaarder, omdat het origineel kennelijk lichter was geworden. Mogelijk doordat het wat te ijverig was gepoetst. "Het systeem met de standaardkilo in Parijs is natuurlijk onhandig, maar stel je eens voor dat er iets mee gebeurt. Of dat hij gestolen wordt. Dan weet

letterlijk niemand hoeveel een kilo echt is', zegt metroloog Gert Rietveld van het Van Swinden Laboratorium in Delft. Dat lab is voor Nederland verantwoordelijk voor correcte maten en gewichten. Ook voor de kilo, via een eigen kopie van de standaard in Sèvres. Die, opmerkelijk, eens in de zoveel jaar gewoon in een koffertje in de trein met Rietveld of een collega mee mag naar de Franse hoofdstad, om te controleren of er geen vreemde afwijkingen zijn ontstaan vergeleken met het origineel. Mooie en zinnige tripjes, verzucht Rietveld, die de Grand K zelf nooit gezien heeft. Dat is voorbehouden aan het bestuur van de massabewakers. "Ter controle. Een beetje een ritueel." Maar de Grand K heeft zijn langste tijd gehad. Zaterdag was de deadline voor de eerste stap in een proces om hem naar het rusthuis te sturen. Vermoedelijk vanaf mei 2019 bepaalt niet langer het antieke gewicht in Parijs wat een kilo is, maar een ingewikkelde natuurconstante. Een half dozijn laboratoria hebben die constante van Planck de afgelopen jaren gemeten, met steeds grotere precisie. En zaterdag, 1 juli 2017, moesten hun metingen voor publicatie geaccepteerd zijn in een wetenschappelijk tijdschrift om mee te tellen voor de definitie van de nieuwe kilo. Het Van Swinden Laboratorium is niet een van die laboratoria. Daarvoor is het benodigde meetprogramma te veeleisend en specialistisch. Maar VSL-man Rietveld volgt de ontwikkelingen wel op de voet. "Het is spannend. Metrologen zetten niet graag dit soort grote stappen", zegt hij. Een van de hoofdrolspelers in operatie Nieuwe Kilo zat intussen met behoorlijk wat spanning. Projectleider Stephan Schlamminger van het Amerikaanse meetinstituut NIST in Gaithersburg, Washington DC, heeft naar eigen zeggen de laatste weken haast in zijn kantoor gewoond. "Ons artikel ging tijdig de deur uit naar het bedoelde tijdschrift, maar het kwam onverwacht nog terug met commentaar waar we iets mee moesten." Het artikel is alsnog aanvaard voor publicatie. Goed genoeg om mee te tellen, zegt Schlamminger.

### **Natuurconstante**

In het stelsel van maten en gewichten, het *Système international d'unités*, is de kilo een archaïsch buitenbeentje geworden. Eenheden als de seconde en de meter worden allemaal al jaren niet meer gedefinieerd aan de hand van tastbare klokken of standaardlinealen. In plaats daarvan worden constanten gebruikt die de natuur zelf aanreikt, waar ook ter wereld of in het universum. Via de lichtsnelheid, bijvoorbeeld, of de golflengtes van natriumlicht. Maar de kilo? Waar in de natuur is iets te vinden waarmee iedere geleerde altijd en overal een perfecte standaardkilo kan maken? Het recept voor een echte universele kilo verloopt via, hoe kan het anders, een ouderwetse weegschaal. Een balans die krachten kan vergelijken die aan beide uiteinden van de arm trekken. Een kilo rijst aan de ene kant kan zo worden vergeleken met een kilogram aan de andere kant. Desnoods dat in Sèvres. In de jaren 70 ontwikkelde de Britse onderzoeker Bryan Kibble van het National Physical Laboratory in Teddington een balans waarmee hij twee domeinen in de natuurkunde met elkaar verbond. Aan de ene kant hangt een standaardkilogram. Aan de andere kant is er een stroomspoel die door een magneet omlaag wordt getrokken. De standaardkilo komt daardoor overeen met een specifieke elektrische stroom in de spoel. Probleem is wel dat zo'n balans zijn eigen afmetingen en eigenschappen heeft die de benodigde stroom bepalen. Kibble, vorig jaar overleden, ontwikkelde een slimme techniek waardoor de kenmerken van het apparaat er helemaal niet meer toe doen. Daartoe wordt zowel in evenwicht gemeten als wanneer de balans zachtjes schommelt. In de wiskundige vergelijkingen van de experimenten voltrekt zich vervolgens een wonder: vrijwel alle grootheden vallen weg, behalve de kilo en de zogeheten constante van Planck. Die constante, aangeduid met de kleine letter *h* en vernoemd naar de Duitser Max Planck (1858-1947), geeft een natuurlijke basiseenheid voor energie. Een natuurconstante. Stephan Schlamminger, Richard Steiner en hun team van NIST hebben in hun eigen Kibble-balans, een monster van glimmend staal in een afgezonderd trillingsvrij lab, de laatste drie jaar eindeloos metingen gedaan met een standaardkilo, om de bijbehorende constante van Planck te vinden. Monnikenwerk, maar niet voor niets, zegt de onderzoeker aan de telefoon. De NIST-metingen geven een waarde voor *h* die nauwkeurig is tot vijftien op de miljard. Tweemaal beter dan hij had gehoopt, benadrukt Schlamminger. Maar er is altijd baas boven baas. Collega's van een laboratorium in Ottawa, Canada, publiceerden net een meting van de Planck-constante die tot 9 op de miljard nauwkeurig is. En wat vooral interessant is: de metingen liggen minder dan hun foutenmarges van elkaar af. Dat alles, zegt Rietveld, mag best een opluchting heten. Jaren geleden dreigde het hele

kilogramproject te stranden toen Amerikaanse en Britse teams met hun balansen zulke uiteenlopende waarden vonden dat er iets mis moest zijn. Wat wist niemand. De vraag kwam zelfs op of de balans van Kibble wel de goede weg was: er zijn ook Duitse fysici die de atomen in een bol zuiver silicium tellen, in de hoop zo een nieuwe kilo te definiëren. Uiteindelijk begonnen beide teams rond 2014 opnieuw, met nieuwe mensen en nieuwe balansen. Het resultaat, constateerden de officials van het *Système international* in mei van dit jaar, is goed genoeg om de stap naar een nieuwe kilo te wagen. Extra argument daarbij is dat de atoomtellers van het Avogadro Project ook een schatting van de Planck-constante  $h$  maakten, die wonderwel binnen de marges blijft.

### **Zak appels**

Nu de deadline van 1 juli voorbij is, worden de relevante metingen officieel gewogen en vastgelegd in een besluit dat de deelnemende landen van het SI-systeem in hun jaarvergadering van november 2018 ondertekenen. Doen ze dat, dan is de Nieuwe Kilo een feit vanaf 20 mei 2019, wereldmetrologiedag. Daar zullen we op de markt niets van merken, zegt Rietveld, nu niet en later niet. "Een kilo aardappelen blijft een kilo aardappelen, alleen is de basis heel ver achter de schermen een totaal andere." En een eigen Kibble-balans in Delft zit er niet in, dus blijven Rietveld en collega's nu en dan voor controles naar Parijs reizen met de Nederlandse standaardkilo in de tas. Omdat de Parijse kilo nu eenmaal echt is, en die van Nederland ervan afgeleid. En Grand K? Dat wordt nooit een museumstuk, weet Rietveld nu al zeker. "Een hoek verder in de kelder in Sèvres ligt nog steeds de standaardmeter in zijn kluis. Het zijn unieke wetenschappelijke voorwerpen. Die bewaar je voor onderzoekers, niet voor de kermis." In het dagelijks gebruik weegt een zak appels een kilo. Maar strikt genomen is dat fout, die appels zijn een kilo appels. De kilogram is niet de internationale eenheid voor gewicht maar de eenheid voor massa. Het gewicht ervan is de kracht (met de eenheid Newton) waarmee de zwaartekracht die massa omlaag trekt. Op aarde weegt een kilo appels 9,81 Newton. Op de maan weegt dezelfde kilo appels slechts 1,62 Newton, weten we sinds de Apollo-vluchten.