

**Uit: Krachten**  
wat iedereen voelt  
en niemand begrijpt

Vincent Icke  
Veen, 2005

## Dagelijks leven

Ik weet niet wie op het idee is gekomen om natuurkunde te onderwijzen aan de hand van ervaringen uit het dagelijks leven. Dat is maar goed ook, want met die onnozele hals heb ik nog een zeer hardgekookt eitje te pellen. Immers, de wereld van alledag wordt treffender weergegeven door de schilderijen van Jan Steen, of zelfs Jeroen Bosch, dan door de formules van Erwin Schrödinger of Albert Einstein. Onze omgeving is een dolle kermis van muizen en mensen, en zelfs het meest primitieve knaagdier is oneindig veel ingewikkelder dan wat wij ooit op grond van fundamentele natuurwetten kunnen berekenen.

Om voorgoed af te rekenen met die hardnekkige mythe laat ik u even meekijken als mijn kindje Julia en ik met haar boetseerlei werken. De rol van pappa is, de harde bonken plasticine zo lang te kneden tot ze warm en dus zacht genoeg zijn voor de handjes van een bijna-vierjarige. Dit verschijnsel zal de meeste mensen niet verbazen, en dat is jammer. Want waarom mag ik 'dus' schrijven in deze zin? Ging dat niet wat te snel?

Kneden maakt boetseerlei warm. Een ervaringsfeit, maar wat zit daar achter? Je zou kunnen denken dat warmte een soort vloeistof is die van warme handen overgaat op de klei, maar ook als je dikke handschoenen draagt wordt boetseerlei door kneden warm. Alweer een kwestie van ervaring: het onderende van een fietspomp wordt ook warm als je je band oppompt, hoewel je handen alleen maar het handvat raken.

Wie een paar lessen natuurkunde heeft gevolgd, weet ongeveer hoe dat zit: warmte is een verzamelnaam voor de wanordelijke bewegingen van de deeltjes waaruit de materie is gemaakt. Door kneden worden die bewegingen opgejaagd, want de deeltjes botsen tegen elkaar als het stuk klei wordt vervormd. Er is daardoor een soort inwendige wrijving in de materie, die de klei taai maakt.

Maar wat is wrijving nu eigenlijk en hoe werkt het precies? Waar komt die weerstand van de klei vandaan? En dan, warmer-*dus*-zachter: hoezo? Welke precieze eigenschappen van de materie zorgen ervoor dat warme boetseerlei meer meegeeft dan koude? Worden de bindingen tussen de deeltjes zwakker als ze sneller bewegen? Dagelijkse mysteries stapelen zich op: als ik rivierlei gebruik in plaats van plasticine en ik maak het zeer heet, dan wordt de materie juist harder en niet zachter, anders was er geen baksteen. Hoe zit *dat* dan weer?

Sterker nog, ook het omgekeerde komt voor. Er is een soort speelgoedspul dat *silly putty* heet, ‘maffe stopverf’, die traag uitvloeit als je het op tafel laat liggen, maar stuitert als rubber wanneer je er een balletje van draait en dat hard op de grond gooit. Je kunt zo’n brouwsel zelf maken van maizena met een beetje water. Het is hard als je erin knijpt, en vloeit uit als je het op je hand laat liggen. Ik ga het niet uitleggen, juist omdat het zo razend ingewikkeld is. Zoek maar op het web. Maizena is een merknaam voor maismeel, dat is *corn starch* in het Engels.

Blijkbaar is de wereld van het kleine, waar zich alle processen afspelen die zorgen voor het gedrag van boetseerlei en maismeel, een onderonsje van de deeltjes van de materie waar wij geen enkele directe toegang toe hebben. De weerstand van de klei voelen we als een kracht die tegen onze vingers drukt. Maar als je het zo benoemt, hoeveel krachten zijn er dan wel niet? Het moet in de miljoenen lopen, minstens zoveel als er verschillende stoffen zijn. Heeft elke stof zijn eigen kracht, zijn eigen ‘aard’?

Het antwoord op deze vraag is zeer nadrukkelijk nee. Het verbluffende feit is, dat natuurkundig onderzoek van de afgelopen eeuw heeft bewezen dat er juist heel weinig verschillende krachten zijn. Of, beter gezegd, dat er eigenlijk helemaal geen krachten bestaan. Wel is er een samenspel van deeltjes onderling; het woord dat fysici hiervoor hebben bedacht is *wisselwerking*. Wij hebben ontdekt:

*Wat wij in ons dagelijks leven een ‘kracht’ noemen is het netto resultaat van een reusachtig netwerk van wisselwerkingen tussen de deeltjes van de materie.*

Tot dat netwerk hebben onze zintuigen niet de minste directe toegang. Wij kunnen de fundamentele wisselwerkingen tussen de deeltjes niet zomaar aflezen uit het gedrag van de wereld om ons heen. Dus is de alledaagse ervaring een buitengewoon slechte gids bij het begrijpen van de werking van het Heelal.

Als ik zoiets weer eens zeg, krijg ik meestal gesputter te horen: de klassieke mechanica is toch zo mooi! Dat is beslist waar, maar van die pure mechanica dringt maar bitter weinig door in de dagelijkse knoeiboel. Wat moeten wij bijvoorbeeld hiervan denken:

*“...bij gelijke bewegingen in gelijke tijden heeft de beweger altijd meer kracht dan het bewogene; en de beweger zal zoveel te meer krachtig zijn dan het bewogene als de beweging van het bewogene de duur van de beweging van zijn beweger overtreft...”*

Als je niet wist dat het door Leonardo da Vinci geschreven is, zou je denken: welke halve gare heeft dit uit zijn dronken pen geperst? Uit de tekst rondom het citaat<sup>1</sup> blijkt, dat Leonardo probeert de bewegingen van alledag te beschrijven, die volkomen worden gedomineerd door wrijvingsverschijnselen. Daarom heeft hij het steeds over “de beweger” en “het bewogene”, blijkbaar in de veronderstelling dat iets alleen maar beweegt zolang het wordt voortgeduwd, en des te harder beweegt naarmate het langer wordt aangedreven: “zoveel te meer...als...de duur van de beweging...”

Als je een voorwerp op tafel hebt staan en je geeft daar een duwtje tegen, dan komt dat, zodra je ophoudt met duwen, bijna meteen tot stilstand. Niet omdat dat in de regels van de mechanica als zodanig besloten ligt, maar door de wrijving tussen het voorwerp en de tafel waar het overheen wordt geschoven.

Achteraf, nu wij de klassieke mechanica doorgrond hebben, kunnen we een paar verschijnselen aanwijzen waar de bewegingswetten redelijk netjes te zien zijn, bijvoorbeeld bij de botsing van zeer symmetrische en elastische voorwerpen. Vandaar dat je in mechanica-teksten bedolven wordt onder de stalen bollen en biljartballen. Historisch gezien is het niet de Aarde geweest, maar ons zonnestelsel dat de beslissende aanwijzingen gaf over de natuurkunde van bewegingen onder invloed van krachten. Pas toen men naar de sterren ging kijken, en naar de planeten die rondom onze Zon bewegen, kon men de mechanica in pure vorm zien, omdat de wrijving tussen een planeet en zijn omgeving verwaarloosbaar klein is.

De hemelen speelden de hoofdrol, niet alleen doordat wrijving en andere extreem ingewikkelde verschijnselen de aardse proefjes verstoren, maar ook doordat de kracht die ons zonnestelsel regeert – de zwaartekracht – wordt beschreven door een wiskundige vorm van verbluffende eenvoud. Vergeleken met de zwaartekracht zoals Hooke en Newton die bedachten, zijn de andere krachten waarmee wij te maken hebben razend ingewikkeld. Vandaar dat ik pas aan het eind van mijn verhaal over die zwaartekracht zal schrijven.

---

<sup>1</sup> *Selections from the notebooks of Leonardo da Vinci*, bezorgd door I. A. Richter, Oxford University Press, 1953, pag.66. Helaas heb ik geen toegang tot het origineel, dus de vertaling is indirect.