

Nanotechnologie of zo iets (kolom 23)

Sommige mensen denken dat het om een soort plastic gaat. Dat is niet per se fout, maar nano is in de eerste plaats een aanduiding voor een orde van grootte. Behalve milli en micro, hebben we ook nano en pico, steeds duizend keer kleiner. Een nanometer is één miljardste meter, een miljoenste van een millimeter. Dat is duidelijk te klein om met het blote oog te kunnen zien.

Sinds mensenheugnis bestaan er theorieën over het uiterst kleine. Zo leverde de Griekse filosoof Democritus (460-370) al een atoomleer. De filosoof Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) werkte in zijn monadenleer een nog fantastischer theorie uit waarin het oneindig kleine als bouwsteen gold. Elke monade weerspiegelde zelf weer het hele universum. Dat was misschien allemaal intellectuele dromerij, bekend van alle tijden en volken. We zouden het ook in de Indiase Upanishaden kunnen vinden, of bij de Indianen uit het Amazone gebied. Wie op een mooie zomeravond onder de sterrenhemel ligt te mijmeren over de zin van het bestaan, kan ook op dergelijke gedachten komen.

De fantasieën werden pas concreet door scheikundig onderzoek in de negentiende eeuw. Toen ontstond het periodiek systeem der elementen. Aanvankelijk met slechts 33, maar later met meer dan 120 elementen. Dit systeem werd de basis voor de moderne atoomtheorie waaruit de kernfysica en quantummechanica groeiden die met respectievelijk kernwapens, computers en nanotechnologie ons moderne wereldbeeld zijn gaan bepalen.

Richard Feynman (1918-1988) was nauw betrokken bij de ontwikkeling van de eerste atoombom. Hij was ook één van de sleutelfiguren in de verdere ontwikkeling van de quantummechanica. Vanuit die achtergrond gaf hij in 1959 een lezing: *There's Plenty of Room at the Bottom - An Invitation to Enter a New Field of Physics*. Daarin wordt voor het eerst gespeculeerd over de mogelijkheid atomen te gebruiken om structuren te bouwen; om nanomachines te ontwerpen "die atomen rangschikken zoals wij dat willen". Deze lezing wordt gezien als het begin van de nanotechnologie, die rond de eeuwwisseling een hoge vlucht nam en het voorstellingsvermogen van de meeste mensen ver te boven gaat. Nanotechnologie wordt inderdaad gebruikt in plastic en auto's, maar Feynman's nanomachines bestaan nu ook in werkelijkheid als "nanobots".

Om een idee te krijgen van de potentie van de nanotechnologie is het goed om naar de wet van Moore te kijken. Gordon Moore formuleerde in 1975 een wet die zegt dat het aantal transistors in een geïntegreerde schakeling ongeveer

elke twee jaar verdubbelt. Dat betekent dat voor een bepaald volume aan schakelingen de reken capaciteit ongeveer elke twee jaar twee keer zo groot wordt. Vóór 1975 vond die verdubbeling wat sneller plaats, en ná 2015 wat langzamer. Daarmee is het veilig om te stellen dat vanaf 1950, zestig jaar lang elke twee jaar de reken capaciteit verdubbelde. Dat betekent dat het volume voor een bepaalde reken capaciteit in 2010, in 1950 meer dan $2^{30} = 1.073.741.824$ zo groot was. Laten we dat eens in perspectief plaatsen.

De eerste programmeerbare, elektronische, digitale computer was de ENIAC, die van 1945 tot 1955 vooral voor militaire doeleinden werd ingezet. Deze machine was duizend keer sneller dan mechanische rekenmachines. Wat een mens toen 20 uur kostte, kon deze machine in 30 seconden. De machine verving daarmee 2400 mensen. De machine bevatte ongeveer 18.000 radiobuizen en zo'n 5 miljoen met de hand gesoldeerde verbindingen. De afmetingen waren $2,4 \times 0,9 \times 30$ meter, ofwel 64,8 kubieke meter. Dat is gelijk aan een woonkamer van 5 bij 5 meter met een plafondhoogte van 2,6 meter.

Uit de wet van Moore volgt dat wat de ENIAC destijds kon, in 2010 in een ruimte paste die kleiner is dan $64,8 / 2^{30} = 60,35 \text{ mm}^3$. Dat is ongeveer de grootte van een luciferkop. Dat is dezelfde orde van grootte als de processor van een moderne smartphone. Bedenk daarbij dat het formaat van een smartphone al lang niet meer wordt bepaald door de processor, maar door de interface: het beeldscherm en de bedieningsfuncties waarmee we toegang tot de processor hebben. De processor zelf is zó klein geworden dat hij gemakkelijk in een mens geïnjecteerd zou kunnen worden.

En ja hoor, al in 1998 werden de eerste experimenten uitgevoerd met inplanteerbare chips met radiofrequentie-identificatie (RFID). Wikipedia meldt het volgende: "Dit soort onderhuidse implantaten kunnen worden gebruikt voor het opslaan van informatie in de vorm van contactgegevens en gegevens over persoonlijke identiteit, medische geschiedenis en medicatie. In 2002 werden implantaten door de Amerikaanse FDA goedgekeurd. Sinds de volledige goedkeuring in 2004 hebben zeker tachtig ziekenhuizen en 232 artsen in de Verenigde Staten ervoor gekozen om dit systeem te gebruiken."

Maar daar is het natuurlijk niet bij gebleven. Zowel de technologie als de toepassingen van deze implantaten zijn sindsdien gegroeid. De chips ter grootte van een rijstkorrel (circa 30 mm^3) uit 1998 zijn twintig jaar later, alweer volgens Moore, mogelijk al gereduceerd tot $30 / 2^{10} = 0,029 \text{ mm}^3$. Dat is kleiner dan een mosterdzaadje; nog net zichtbaar met het blote oog. Maar de

technologie heeft nog een andere dramatische wending genomen. Al in 2014 werd geëxperimenteerd met nanotechnologie in hydrogel. Verschillende nanodeeltjes werken in die gel samen waardoor de gel zelf als het ware de radiofrequentie-identificatie levert. Volgens recente schattingen zou één vaccinspuitje zo'n miljoen samenwerkende nanobots kunnen bevatten.

In het Studium Generale-programma van de Universiteit Utrecht lezen we: "Nanorobotica klinkt als scifi, maar in het laboratorium is het al werkelijkheid en overheden investeren er volop in. De mogelijkheden zijn mooi, maar kunnen ook vernietigend zijn in bijvoorbeeld oorlog."

De situatie is sinds de eeuwwisseling steeds gevaarlijker geworden. In 1999 opperde het MIT in Boston het stoute plan om de chips klein genoeg, efficiënt genoeg en goedkoop genoeg te maken om alle objecten op aarde te voorzien van RFID chips. Enkele jaren later heeft het Amerikaanse Pentagon laten weten dat een grote database waarin alle aankopen van iedereen worden gemonitord een noodzakelijk instrument zal zijn in de strijd tegen het terrorisme.

In hun zoektocht naar een nieuwe, internationale digitale standaard voor betalingsverkeer, zijn de centrale banken verder gaan borduren op dat idee van het Pentagon. Recentelijk horen we daarom steeds meer over *central bank digital currencies* (cbdc's). In oktober 2020 heeft de bank der banken, de *Bank for International Settlements* (BIS) in Basel, toegegeven dat het grote voordeel van cbdc's daarin bestaat dat alle transacties van iedereen overal kunnen worden gevolgd en gestuurd.

Waar het MIT, het Pentagon en de BIS het over hebben zijn niet zomaar wat fantasieën. De technologie ligt klaar om wereldwijd geïmplementeerd te worden. De cbdc's en het sociaal krediet systeem dringen zich op. Daarmee komt slavernij van de hele mensheid wel heel dichtbij. Het is veelzeggend dat president Trump *Operation Warp Speed* (de uitrol van het corona-vaccin) meteen vergeleek met het *Manhattan Project* (de ontwikkeling van de atoombom). De precieze inhoud van de vaccins blijft geheim. Is het in deze context gek om te vragen naar de redenen iedereen te "vaccineren" met een experimentele technologie die gebruik maakt van lipide nano-deeltjes? Is het geen teken aan de wand dat de vaccins niet blijken te werken tegen het virus waarvoor ze worden ingezet? Het feit dat men de bijwerkingen en de doden probeert te verbergen maakt het vertrouwen niet bepaald groter.

Geert Maessen, www.gregoriana.nl