



WB 138 Serendipiteit

Opdracht gemaakt door Annebeth Simonsz

Docentenversie

Leerdoelen.

Leerlingen kunnen:

1. uitleggen wat serendipiteit is.
2. de belangrijkste kenmerken van een aantal beroemde voorbeelden van serendipiteit in de wetenschap uitleggen.
3. beschrijven wat de onderzoekers precies gedaan hebben vooraf en tijdens deze beroemde voorbeelden van serendipiteit.
4. de voor en tegens van het belang van serendipiteit in de wetenschap bediscussieren in een debat over de noodzaak de maatschappelijke relevantie van wetenschap vooraf te formuleren.

Opdracht 1

- A. Bekijk het filmpje.
- B. Zoek via internet een aantal beroemde voorbeelden van serendipiteit in de wetenschap door te zoeken op serendipiteit. Maak in de klas een lijst van bekende voorbeelden samen met de docent.
- C. Verdeel de voorbeelden over groepjes van 4 klasgenoten.
- D. Probeer met je groepje te achterhalen welk proces in het onderzoek vooraf is gegaan aan de ontdekking van de nieuwe kennis/uitvinding. Beschrijf nauwkeurig de gevolgde methode van het onderzoek en/of van de gebruikte technieken. Was het in een laboratorium of in een bibliotheek of op een andere plek?

Op vraag 1D komt wellicht helemaal geen antwoord omdat het om toeval gaat bij serendipiteit?

- E. Kun je een verband leggen tussen de wil om te onderzoeken van de wetenschapper en de situatie waarin de nieuwe kennis/uitvinding is opgedaan?

Opdracht 2

Een interessante toevallige ontdekking is gedaan door de Nederlandse wetenschapper Pek van Andel. Die ben je wellicht bij opdracht 1 al tegengekomen. Als je het volgende plaatje bekijkt op de volgende link <http://physiology.pharyngula.org/lectures/repro/coitus.jpg> dan zie je links een schets van Leonardo da Vinci waarin wordt aangenomen dat de penis van de man recht blijft tijdens de daad en rechts de MRI scan waarin duidelijk zichtbaar is dat tijdens de coïtus de penis van de man een bocht maakt.

- A. Zoek thuis uit wat voor onderzoek Pek van Andel heeft gedaan, hoe hij tot de methode kwam om mensen te vragen in een MRI-scanner de daad te verrichten en of hij daar al dan niet een bedoeling mee had.
- B. Bespreek je bevindingen in de klas.

Opdracht 3

Nu je meer weet over serendipiteit kun je jezelf afvragen of de kans op serendipiteit groter of kleiner wordt als vooraf van wetenschap wordt geëist dat het zijn maatschappelijke relevantie

aantoon. Deze discussie kreeg maart 2010 erg veel aandacht. Vincent Icke heeft er een opiniestuk over geschreven in NRC Handelsblad.

- A. Hieronder vind je het artikel. Noteer de argumenten die Vincent Icke gebruikt voor zijn stelling in je schrift.
- B. Er is op de NRC Handelsblad website ook een blog (<http://weblogs.nrc.nl/expertdiscussies/wetenschappers-moeten-vooraf-maatschappelijk-nut-van-hun-onderzoek-aantonen/>) te vinden over het onderwerp. Probeer in de blog de argumenten tegen de stelling van Vincent Icke te vinden en noteer ze in je schrift. Natuurlijk mag je ook op andere plekken op internet naar argumenten zoeken.
- C. Voer met elkaar in de klas een debat over de stelling van Icke. De docent wijst aan wie voor of tegen de stelling (zie vraag 3A) is en hoeveel minuten spreektijd iedere spreker heeft.



Illustratie Hajo

Stelling:

Vooraf eisen dat wetenschap nut heeft, is belachelijk

Zonder relativiteitstheorie is de TomTom onbruikbaar. Het nut van Einstein is dus bewezen.

Achteraf. Eis je nut vooraf, dan doe je nimmer een baanbrekende vondst.

Bron: <http://www.nrc.nl/opinie/article2508728.ece>

Door Vincent Icke

Wie verlangt naar toepasbare wetenschap, gedenke Alessandro Volta. Twee eeuwen geleden bouwde hij een opstelling die later door Joseph Beuys als kunstwerk werd ingepikt: een stapel schijfjes van zink en koper, gescheiden door in zoutoplossing gedrenkte lapjes vilt. De Zuil van Volta was de eerste batterij, en zo danken de gelukkige bezitters van een pacemaker hun leven aan een geniale graaf uit Lombardije. Als Volta had gepoogd zijn wetenschappelijk onderzoek te rechtvaardigen door naar toekomstige toepassingen in hartdefibrillatoren te verwijzen, zou men hem voor nog gekker hebben uitgemaakt dan men ongetwijfeld al deed. Zijn onderzoeksvoorstel zou even hard zijn weggelachen als het werk van zijn collega Luigi Galvani, met zijn stuiptrekkende kikkerpoten. Wie kikkerbiljetjes niet opeet, maar met behulp van elektriciteit bestudeert, heeft duidelijk geen gevoel voor maatschappelijke relevantie.

Echt onderzoek is een reis door *terra incognita*, een grillig pad zonder bewijsbaar doel, waar een vooraf aangewezen bestemming bijna nooit blijkt te bestaan. Als je produceert wat je hebt aangekondigd, is het product platvloers of bedrog. Echt onderzoek is een waagstuk, falen is de norm. Elke belofte over resultaten, en *a fortiori* over toepassingen, is grootspraak.

Wetenschap jaagt op feiten die het grotendeels bij toeval ontdekt, en elk hard feit levert ooit harde toepassingen. Elektromagnetisme in je magnetron, thermodynamica in je ijskast, quantummechanica in je chip: het houdt niet op. Maar de tijd tussen ontdekking en toepassing

is extreem veranderlijk en 'de maatschappij' heeft haast want haar vraatzucht is enorm. Het is geen toeval, en nogal ironisch, dat de roep om nut luider werd naarmate de door de wetenschap mogelijk gemaakte welvaart toenam.

Toepassingen van wetenschappelijke vondsten zijn zo overweldigend talrijk en zo ongelooflijk nuttig dat zij onzichtbaar zijn geworden. Men weet niets van Maxwell en Hertz, maar heeft wel een huis vol elektrische apparaten. Alles om je heen is wetenschap, van de vullingen die je gebit redden tot de penicilline die je leven redde. Mobieltjes benutten satellieten bomvol toegepaste wis- en sterrenkunde, maar doordat het bijna perfect werkt, valt het niet meer op. Alleen als door onkunde, pech of bedrog de magie even hapert, wordt er gekankerd – en neemt men in een brede zwaai de hele wetenschap maar mee.

Uit talloze voorbeelden van onzichtbaar toegepaste wetenschap pak ik er maar eentje. Bas Heijne waarschuwde in een recente column over kunst al, dat je niet in de verdedigingsval moet trappen, maar ik doe het toch: professor Icke waarschuwt zijn jengelende medeburgers nu voor de laatste maal. Daar gaat-ie.

Aan niets valt af te lezen waar je bent of hoe snel je beweegt. Wat je ziet is het verschil in plaats en in snelheid tussen voorwerpen. Christiaan Huygens beseftte dat dit een fundamentele eigenschap is van de natuur. Hij formuleerde het zo, 350 jaar geleden: *Motus inter corpora relativus tantum est* – de onderlinge beweging van voorwerpen is uitsluitend relatief.

De bijbehorende relativiteitstheorie heet 'klassieke mechanica', maar over het spectaculaire nut daarvan wil ik het hier niet hebben. Wel over het nut van Einstein, die uit de briljante proeven die Michelson en Morley in 1887 deden, concludeerde dat de regel van Huygens niet geldt voor het licht. De lichtsnelheid is altijd dezelfde, hoe je ook beweegt. Einstein bewees dat daaruit volgt dat tijd relatief is: als je beweegt ten opzichte van een klok, dan zie je die langzamer tikken dan eenzelfde klok die naast je stilstaat.

Voor alledaagse snelheden is dat effect verwaarloosbaar, en het lijkt tijdverspilling om iets over relativiteitstheorie te weten. Maar niet heus: de navigator in je auto zou niet werken zonder Huygens en Einstein. Apparaten zoals de TomTom werken met het *global positioning system*, gps. Een plaats op aarde wordt bepaald doordat een radiozender een signaal uitwisselt met 24 satellieten die om de aarde draaien. De reistijden tussen de zender en de gps-kunstmannen worden gemeten en onderling vergeleken.

Omdat de reistijden van belang zijn, hebben we te maken met de relativiteit van de tijd. Op het eerste gezicht zou je denken dat dat zo'n vaart niet loopt: een gps-kunstmann gaat circa vier kilometer per seconde, terwijl het licht in dezelfde tijd driehonderdduizend kilometer aflegt. Met Einstein kun je uitrekenen dat de klokken aan boord van de gps-satellieten per seconde een miljardste verschillen ten opzichte van klokken op aarde. Een dag is bijna negentigduizend seconden lang, dus het dagelijkse verloop van een bewegende klok is negentig miljoenste van een seconde. Maar nu komt de kneep: in die minimale tijd legt het licht toch bijna dertig kilometer af. Als je dat niet meerekent, is je plaatsbepaling dus ernstig fout.

Reken je het exact uit, dan blijkt dat de positiefout van een gps-navigator per uur met twee kilometer zou toenemen. Kortom: zonder de relativiteitstheorie toe te passen zou je TomTom al na enkele minuten onbruikbaar zijn.

Nu heb ik het alleen nog maar gehad over het achteraf blijkende nut van de zuivere wetenschap van Huygens, Einstein en hun collega's, uitgestrekt over bijna vier eeuwen belangeloos onderzoek. Omdat wetenschap op feiten jaagt, zou ik over vrijwel elk vakgebied zo'n schitterend verhaal kunnen houden. Toch schreeuwt 'de maatschappij' steeds harder om vooraf bewezen nut. Het tragische is dat al vaststaat dat elk systeem dat vooraf nut eist, nooit baanbrekende vondsten zal doen die toekomstige generaties kunnen gebruiken. Nut-nut-nut is het geluid van het machinegeweer waarmee men zich in de eigen voeten schiet.

Vincent Icke is hoogleraar theoretische sterrenkunde aan de Universiteit Leiden.