DRAFT (d.d. July. 2009). This article has been published. Please refer to: Boon M. en Henk Procee 2009. *Spinoza en Stevin: over fundamentele en toegepaste wetenschap.* In: *Kunst en Wetenschap*, jrg 18, nr 4, p.11 en 12, ISSN 0927-3506, 2009

SPINOZA EN STEVIN: OVER FUNDAMENTELE EN TOEGEPASTE WETENSCHAP

MIEKE BOON EN HENK PROCEE
University of Twente, Department of Philosophy, P.O.Box 217, 7500 AE Enschede, The Netherlands.

"Wetenschappers geven niet werkelijk om technologie. Zij feesten aan de hoge tafel van de goden, maar van tijd tot tijd, misschien gewoon per ongeluk, of misschien uit medelijden en welwillende vrijgevigheid, laten ze een paar kruimels vallen die dan gretig worden opgeraapt door mindere mensen, zoals ingenieurs en 'captains of industry' en generaals en staatslieden. Dit model zal onder ingenieurs en 'captains of industry' niet erg gewaardeerd worden, maar laat me eerlijk zijn, dit was min of meer de manier waarop ik het zelf voelde als jonge man; veel theoretici moeten op deze manier hebben gevoeld, en voelen dat tegenwoordig nog steeds."

Het bovenstaande citaat is afkomstig van Hendrik Casimir, de beroemde Nederlandse natuurkundige en voormalig directeur van het NatLab van Philips, in zijn autobiografie uit 1983 *Haphazard Reality: Half a Century of Science*. In overeenstemming met het onderscheid in dit citaat bestaan er voor uitzonderlijke onderzoeksprestaties in Nederland twee prijzen: de Spinozapremie en de Simon Stevinprijs. De Spinozapremie is vernoemd naar de lenzenslijper en de grote geleerde Baruch de Spinoza (1632-1677). Jaarlijks wordt deze prijs uitgereikt door de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO) aan maximaal vier wetenschappers voor hun prestaties in fundamenteel wetenschappelijk onderzoek. De premie wordt algemeen beschouwd als de hoogste wetenschappelijke onderscheiding in Nederland en heeft daarom als bijnaam de 'Nederlandse Nobelprijs'.
Minder bekend is een andere jaarlijkse prijs voor excellent onderzoek naar technische toepassingen: het Simon Stevin Meesterschap. De naam van deze onderscheiding is ontleend aan de eerste grote ingenieur van de Lage Landen, Simon Stevin (1548-1620). Hij bouwde molens en vestingwerken, was adviseur van stadhouder Prins Maurits en leverde grote bijdragen aan de waterbeheersing. Ook op het gebied van de navigatie was hij actief. Bovenal droeg hij bij aan de brede kennisverbreiding door les te geven en te schrijven in de volkstaal, uitgaande van de gedachte dat in het paradijs door Adam en Eva Nederlands was gesproken. Woorden als 'wiskunde', 'driehoek', 'hoogtelijn', 'scheikunde' en 'wijsbegeerte' zijn door hem bedacht. Deze prijs wordt toegekend door de Stichting Technische Wetenschappen, STW, een afdeling van NWO die onderzoek ten behoeve van toepassingen financiert.

Twee werelden?

De Simon Stevin-prijs staat voor *toegepast* technisch onderzoek, de Spinoza-premie voor *fundamenteel* onderzoek. Dat is een verdeling die geheel in overeenstemming is met de jonge Casimir, maar die in de wetenschappelijke praktijk echter uiterst poreus blijkt te zijn. Aan onze universiteit, de Universiteit Twente, lopen twee geleerden rond die *beide prijzen* hebben gewonnen. Wij noemen ze met ere: Detlef Lohse en Albert van den Berg. Echter, het naadloos samengaan van fundamenteel en toegepast in hun gelauwerd onderzoek wekt verbazing.

Om die verbazing te verklaren is het zinvol op enkele diep verankerde intuïties in te gaan. Fundamenteel onderzoek zou zijn gericht op de grondslagen van de werkelijkheid, op wat onderliggend en onveranderlijk is en wat verantwoordelijk wordt gehouden voor alles dat gebeurt: de natuurwetten die de werkelijkheid bestieren, en de ultieme deeltjes waaruit de werkelijkheid is opgebouwd. Daar ligt de basis, en op grond van die basis kan toegepast onderzoek gedaan worden en technische toepassingen gerealiseerd.

Een luide echo uit het tijdperk van Plato en Aristoteles klinkt hierin door. *Contempleia* of *theoreia* is het hoogste schouwen waartoe de menselijke geest in staat is. Veel lager staat de *technê*, het slim oplossen van allerlei praktische en technische problemen. Die intuïtie speelt nog steeds door in het idee dat de fundamentele onderzoekers de algemene wetmatigheden leveren, die door de toepassingsgerichte mensen praktisch vertaald mogen worden. Dit idee is systematisch uitgewerkt in een door velen nog steeds aangehangen wetenschapsfilosofie, het Logisch-Positivisme, In de van hen afgeleide empirische cyclus bestaat onderzoek uit een aantal stappen: feiten verzamelen, deze generaliseren tot handzame relaties (empirische wetten), deze wetten omwerken tot abstractere theorieën, uit deze theorieën nieuwe voorspellingen afleiden, en deze toetsen aan nieuwe feiten. Uiteraard ligt het echte, fundamentele werk in het begin van de keten, in het komen tot theorieën; de rest, en zeker de toepassing vergt enig talent en vooral inzet, maar echt moeilijk is het niet.

Uit de praktijk van het wetenschappelijk onderzoek blijkt dat het zo niet werkt. Belangrijke nieuwe toepassingen zijn vaak het resultaat van onderzoek waar fundamenteel en toegepast onderzoek onlosmakelijk zijn verstrengeld, en juist die verstrengeling bepaalt de hoge kwaliteit van het onderzoek van deze geleerden. Kennelijk deugt er iets niet aan de diepverankerde intuïties. Wij willen daar een korte conceptuele en een wat langere wetenschapsfilosofische analyse aan wagen.

De conceptuele analyse richt zich op de dichotomie tussen fundamenteel en toegepast. Is dat een goed geformuleerde tegenstelling? Wat is het tegendeel van fundamenteel, van diep? Dat is eerder oppervlakkig en ondiep, dan toegepast, een term uit een heel ander domein. En wat staat dan tegenover toegepast of toepasbaar? Nergens voor geschikt is te negatief, maar ‘om zichzelfs wille’ past beter dan fundamenteel. Deze conceptuele onderscheidingen combineren we in een matrix tot vier mogelijkheden. Op de horizontale lijn ‘fundamenteel’ staan de uitersten diep – oppervlakkig, en op de verticale lijn ‘toegepast’ staan de uitersten: gericht op externe doelen – niet gericht op externe doelen.

		Fundamenteel	
		Ja	Nee
Toegepast	Nee	(1) diep + ongericht	(2) oppervlakkig + ongericht
	Ja	(3) diep + gericht	(4) oppervlakkig + gericht

Met dit schema wordt duidelijk dat in het gebruikelijke beeld van wetenschap alleen de combinaties (1) en (4) bestaansrecht hebben. Voor de andere twee combinaties is geen plek. Uit deze matrix blijkt bij combinatie (2) nog iets anders, iets onaangenaams. Onder de noemer van fundamenteel onderzoek zit niet alleen diepe kwaliteit, maar ook oppervlakkig werk. Anderzijds kan met de introductie van combinatie (3) de verbazing over het samengaan van fundamenteel en toegepast onderzoek omslaan in bewondering: onderzoek kan tegelijkertijd diep en ook gericht zijn!

Wetenschapsfilosofie

Binnen de wetenschapsfilosofie, we beginnen nu aan het tweede deel van onze analyse, bestaat een dominant beeld van de relatie tussen wetenschap en toepassing van wetenschap waarvan het genoemde Logisch-Positivisme een onderdeel vormt. Dit beeld is als volgt samen te vatten:

a. Fundamenteel en toegepast wetenschappelijk onderzoek zijn twee verschillende praktijken met uiteenlopende doelen.
b. Fundamentele wetenschap houdt zich bezig met de ultieme beschrijving van de in beginsel onveranderlijke werkelijkheid – centraal staat 'het ontdekken van de waarheid'. Toegepaste wetenschap is gericht op het veranderen van (delen van) de werkelijkheid – centraal staat daarbij 'het produceren van technologische vernieuwingen en artefacten'.
c. Fundamenteel wetenschappelijke kennis is een vereiste voor toegepaste kennis; het omgekeerde is niet het geval.
d. Het gebruikmaken van fundamentele kennis komt neer op de toepassing van wetenschappelijke wetten bij specifieke randvoorwaarden.

Achter dit beeld zit zoals we in het citaat over de jonge Casimir lazen, ook nog een psychologisch vooroordeel: om fundamenteel onderzoek te kunnen doen moet iemand veel intelligenter zijn dan voor toegepast onderzoek. Over dit vooroordeel kunnen we kort zijn, het klopt niet. Diep gericht onderzoek is misschien nog wel moeilijker dan diep ongericht onderzoek doen. Maar er is meer mis met dit beeld. Laten we de vier punten eens nader bekijken.

We beginnen met het laatste punt (d). Daar worden twee aannames gemaakt. Ten eerste dat wetenschappelijke wetten een ware beschrijving van de werkelijkheid geven. Ten tweede dat die wetten een “als A dan B” structuur hebben: Als situatie A optreedt of gecreëerd wordt, moet gegeven de wet, gebeurtenis B het resultaat zijn. Toepassing daarvan betekent dan: U wilt B, realiseer dan op grond van die wet de nodige condities, en u bent klaar. Hoe aantrekkelijk ook, beide aannamen hebben hun bezwaarlijke kanten. Het fraaist verwoord is

dat door natuurkundige en wetenschapsfilosofe Nancy Cartwright met haar boektitel uit 1983 *How the Laws of Physics Lie*. De natuurwetten zouden liegen, en dus niet een ware beschrijving van de werkelijkheid geven? Inderdaad, zegt Cartwright. Natuurwetten gelden niet voor de werkelijkheid waarin we leven, maar voor geïdealiseerde werkelijkheden. In het echt komen puntmassa's niet voor, net zo min als ideale gassen. Willen we met echte massa's en met echte gassen iets doen, dan moeten we met hun niet-ideale eigenschappen rekening houden. In het verlengde hiervan is het idee dat natuurwetten in de vorm van als-dan relatie worden toegepast ook problematisch, vooral wanneer een te onderzoeken fysische systeem valt onder theorieën uit verschillende wetenschapsdomeinen, bijvoorbeeld mechanica die over puntmassa's gaat en elektro-magnetisme dat over velden gaat.

Als gevolg van het vorige punt is ook punt (c) problematisch, het eenrichtingsverkeer tussen fundamenteel en toegepast onderzoek. In de praktijk is dat verkeer tweezijdig. Juist door nieuwe apparaten te bouwen worden nieuwe waarnemingsmogelijkheden ontwikkeld, nieuwe verschijnselen gecreëerd, en nieuwe theoretische en conceptuele inzichten vorm gegeven – en omgekeerd. Neem de telescoop die vierhonderd jaar geleden door een glasslijper in Middelburg werd ontwikkeld, en die vervolgens Galileï op een baanbrekend spoor zette. Neem de scanning-tunneling-electronmicroscope die twintig jaar geleden werd ontwikkeld door mensen van IBM op basis van kennis van quantummechanische eigenschappen, waardoor een geheel nieuw gebied van nanowetenschap werd opengelegd.

Het verschil tussen waarheid en nuttigheid onder punt b, is een zekere mate van ideologie. Immers tegenover waarheid staat onwaarheid, en tegenover nuttig staat onnuttig. Beide vormen van wetenschap verzetten zich tegen onwaarheid, het verschil zit vooral in nuttigheid. Een belangrijker argument tegen deze dichotomie is dat het begrip 'waarheid' met betrekking tot theorieën nogal problematisch is. Waarheid heeft betrekking op constaterende uitspraken, zoals 'in mijn tuin staan drie bomen', waarvan we kunnen waarnemen en beslissen of die uitspraak waar is of niet. Bij theorieën ligt dat anders, want die verwijzen op hun best op een indirecte manier naar constateerbare toestanden in het laboratorium of in de werkelijkheid. Maar zonder waarheid van theorieën lijkt het klassieke wetenschapsbeeld in te storten. Om dit toch te redden werd in de wetenschapsfilosofie, zowel in het Logisch Positivisme als in het Kritisch Rationalisme, een theorie opgevat als een verzameling uitspraken of zelfs als een universele uitspraak. Uitspraken die uiteindelijk zijn terug te voeren en deductief afleidbaar zijn uit waarneembaar ware uitspraken, bijvoorbeeld over observaties in het laboratorium. Dit type wetenschapsfilosofie heeft nauwelijks oog voor de praktische en laboratoriumkanten van wetenschap. Het boek van de natuur is voor hen echt een boek, en geen laboratorium, laat staan natuur. Ook hier blijkt de scheiding tussen fundamenteel en technologisch-toegepast in de weg te staan. Want een theorie is veel meer dan een verzameling uitspraken, juist door de apparatuur waarmee ze verbonden is.

Het eerste punt klopt gedeeltelijk. De praktijken overlappen elkaar, maar er zijn ook verschillen. Inhoudelijk en ook in attitude. Zo zijn in de toegepaste wetenschappen opschalingskwesties van groot gewicht (wat in het lab werkt, werkt niet vanzelfsprekend op de schaal van een fabriek), terwijl die bij fundamenteel onderzoek nauwelijks een rol spelen. Maar ook in houding ten opzichte van de resultaten van het onderzoek blijkt dat. De oprechte academicus is tevreden als hij een verschijnsel goed begrepen en verklaard heeft. Voor de toegepaste wetenschapper is dan de helft van het werk gedaan, want zij vraagt zich af wat met dat begrip en die verklaring gedaan kan worden. Dit laatste is meer dan een algemene uitspraak, ze blijkt zelfs existenteel te kloppen. Wij zijn beiden chemicus van oorsprong, met

als verschil een academische en een technologische achtergrond,. En wij ervaren wij dit verschil regelmatig aan den lijve.

Casimir's beeld dat de toegepaste wetenschappers mindere mensen zijn die de kruimels mogen oplikken die vallen van de goed gevulde tafel van fundamentele wetenschap, bestaat bij de gratie van een aantal conceptuele en wetenschapsfilosofische misverstanden. Misverstanden die, vanwege hun krachtige invloed op het beeld en zelfbeeld van onderzoekers, moeten worden aangevochten. En daartoe levert het winnen van beide prijzen, de Spinozapremie en het Simon Stevin Meesterschap, een prachtige bijdrage.

Prof. dr. Henk Procee studeerde af in de scheikunde aan de Rijksuniversiteit Groningen, en promoveerde aan diezelfde universiteit in de filosofie. Momenteel is hij bijzonder hoogleraar Wijsbegeerte in relatie tot Academische Vorming, en directeur van het Studium Generale aan de Universiteit Twente.
Dr. ir. Mieke Boon studeerde en promoveerde in de chemische technologie aan de Technische Universiteit Delft, en studeerde filosofie aan de Universiteit Leiden. Sinds 2001 is zij werkzaam als universiteit docent bij de vakgroep wijsbegeerte van de Universiteit Twente, en werkte zij in de afgelopen jaren op een Vidi onderzoeksproject van NWO, "Wetenschapsfilosofie voor de technische wetenschappen".