

De vierde grondstructuur van de materie

Analyse van de stagnatie in de natuurkunde
middels een relationele systeemtheorie

Gerben Stavenga



Eburon
Utrecht 2023

ISBN 978-94-6301-477-9

Academische Uitgeverij Eburon, Utrecht
www.eburon.nl

Omslagontwerp: Textcetera, Den Haag
Grafisch ontwerp: Studio Iris, Leende

© G.J. Stavenga, 2023.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of op enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de rechthebbende.

Inhoud

Voorwoord	7
I Inleiding	9
1. De stagnatie in de theoretische natuurkunde	9
2. Het onderzoeksprogramma	14
II Grondslagenonderzoek van de natuurkunde	17
1. Analyse van de belangrijkste natuurkundige theorieën	17
2. De tot nu toe ontdekte drie grondstructuren	24
3. De noodzaak van verdere systeemtheoretische analyse	27
III Een relationele systeemtheorie als metatheorie	29
1. De theorie van de vier fundamentele systeemrelaties	29
2. Enkele consequenties	40
3. De metatheorie noodzakelijk voor ultiem inzicht	42
IV Metatheoretische verheldering van de natuurkunde	49
1. Toepassing van de systeemtheorie	49
2. Verdere implicaties voor de filosofie van de natuurkunde	56
3. De onmogelijkheid van een eenheidstheorie	62

INHOUD

V Noodzaak van een nieuwe afzonderlijke natuurkundige theorie	71
1. Het vermoeden van een vierde grondstructuur	71
2. Basiskenmerken van de nieuwe theorie	81
3. De grondstructuren samengevat	90
VI Nabeschouwingen	95
1. Causaliteit en substantie in de vier grondstructuren	95
2. Het natuurkundig onderzoek in breder verband	101
3. Algemene afsluitende conclusies	112

Voorwoord

Wat leren de tot nu toe ontwikkelde natuurkundige theorieën ons in fundamenteel opzicht over de werkelijkheid? Wat is de diepere betekenis van wat de natuurkunde aan het licht heeft gebracht? Deze vragen hielden mij tijdens mijn studie natuurkunde al bezig en sindsdien heb ik door grondslagenonderzoek van de natuurkunde aan de beantwoording van deze vragen gewerkt. Dit boek is daarvan het resultaat. Uiteraard heb ik hierin verwerkt wat ik in de loop der jaren over dit onderzoek in tijdschriftartikelen en onderdelen van boeken heb gepubliceerd.

Cruciaal hulpmiddel bij mijn onderzoek is een relationele systeemtheorie. Deze theorie van de vier fundamentele systeemrelaties heb ik vooral ontwikkeld in mijn boek *Verheldering van de werkelijkheid*.¹ Het is een metatheorie die het mogelijk maakt de grondstructuren te verhelderen die wetenschappelijke disciplines, zoals de natuurkunde, in het onderzoek van hun systemen aan het licht hebben gebracht.

In deze studie richt ik de aandacht in eerste instantie op de huidige stagnatie in de theoretische natuurkunde. Hoofddoel is echter, behalve het verhelderen van de tot nu toe bekende drie grondstructuren van de materie, zicht te krijgen op de vierde meest basale grondstructuur, het fundament van de materiele werkelijkheid.

¹ *Verheldering van de werkelijkheid. Inzicht in de ontwikkeling van wetenschap en samenleving middels een relationele systeemtheorie.* Het Zuiden, Vught, 2011.

I Inleiding

1. De stagnatie in de theoretische natuurkunde

De natuurkunde worstelt al jaren met fundamentele problemen die maar steeds niet opgelost kunnen worden. In feite is er al geruime tijd sprake van een ernstige stagnatie. Die betreft vooral het onderzoek op het gebied van de bouwstenen van de materie, de deeltjesfysica. De huidige periode in de geschiedenis van de natuurkunde is uitzonderlijk omdat sinds omstreeks 1980 nauwelijks nieuwe kennis en vernieuwend inzicht is voortgebracht. Sommige natuurkundigen spreken dan ook over een crisis in de fysica.

“Why, despite so much effort by thousands of the most talented and well-trained scientists, has fundamental physics made so little definitive progress in the last twenty-five years?”¹

Aldus Smolin in 2007. Sindsdien is bij mijn weten de situatie niet wezenlijk veranderd.

In ieder geval is het al vrij lang duidelijk, dat het standaardmodel van de elementaire deeltjesfysica ondanks het grote succes

¹ L.Smolin, *The Trouble with Physics*, (Boston 2007), p.261 (en p.VIII en XII). Dit boek is helemaal aan deze crisis in de natuurkunde gewijd.

I. INLEIDING

ervan tekortschiet.² Hoewel het buitengewoon vruchtbaar is in de beschrijving en verklaring van allerlei aspecten van deeltjes en hun interacties, zijn er fundamentele zaken die daardoor niet verklaard kunnen worden. Zo levert dit model geen getalswaarden voor de massa van de primaire elementaire deeltjes (de leptonen en de hadronen). In feite moeten de experimenteel bepaalde waarden van een 20-tal cruciale parameters ‘met de hand’ in de theorie worden ingevoerd.

Het standaardmodel is dus enerzijds in veel opzichten een voortreffelijke theorie, anderzijds zijn haar mogelijkheden beperkt. Veel natuurkundigen zeggen daarom: “We must go beyond the Standard Model”. Het gangbare idee is dat daarvoor een uitbreiding van de theorie nodig is. Er wordt daarom al jaren naar een dergelijke uitbreiding gezocht. Dat programma berust klaarblijkelijk op het idee dat je vanuit de goede theorie waarover je beschikt naar een betere, dus meer omvattende moet zoeken. Hoezeer deze gedachte ook voor de hand ligt, het is de vraag of ze op fundamenteel niveau juist is. Mogelijk is deze vooronderstelling mede oorzaak van de stagnatie.

In de moderne natuurkunde hebben we te maken met tal van serieuze problemen die dringend om een oplossing vragen. Naast het ontbreken van inzicht in de waarden van essentiële parameters is het ook de vraag waarom we in de deeltjesfysica met drie ‘generaties’ te maken hebben: de drie leptonen, namelijk het elektron, muon en tau met hun neutrino’s en ook drie ‘generaties’ quarks. Een probleem is verder het bestaan van ‘donkere

² Het standaardmodel is op de relativistische kwantum-velden-theorie gebaseerd en als zodanig een soort amalgaam van drie theorieën: elektrodynamica, speciale relativiteitstheorie en kwantumtheorie. Daardoor is het in staat in het subatomaire domein de dynamica van deeltjesprocessen goed te beschrijven.

materie'. Problematisch is ook nog steeds de zwaartekracht. In de Algemene Relativiteitstheorie (RT) worden de zwaartekrachtseffecten beschreven als gevolg van een kromming van de ruimtetijd. Maar hoe dat werkt, hoe materie die kromming bewerkt is niet duidelijk. In dat verband wordt het ook als een groot probleem ervaren, dat de zwaartekracht niet past in het standaardmodel. Het lukt niet de Algemene RT en de kwantumtheorie (QT) in één theoretisch kader onder te brengen.

Veel theoretici koesteren de hoop uiteindelijk tot een "Theory Of Everything" te komen. Een nogal spraakmakende poging zo'n alles overkoepelende theorie te realiseren is de snarentheorie. Deze theorie claimt dat ze de deeltjes en de natuurkrachten in één omvattende theorie verenigt. Het is echter twijfelachtig of het werk aan deze theorie uiteindelijk succes zal opleveren.³ Ondanks veertig jaar van intensieve onderzoeksinspanning en ondanks talloze publicaties heeft de snarentheorie nog steeds geen empirisch toetsbaar resultaat opgeleverd.⁴

3 Zie voor een uitvoerige kritische bespreking van de snarentheorie Smolin *op. cit.*, speciaal p. XIVf, 125f. Eén van de erkende zwaktes van de snarentheorie, als beoogde geünificeerde theorie van alles, is dat ze het bestaan van ruimte en tijd waarbinnen de snaren bewegen veronderstelt. Smolin p.126: "each of the many string theories is a background-dependent theory that describes strings moving in a particular background spacetime". Zie ook B. Greene, *The elegant universe*, New York 1999, Ch. 15. Aan het eind van dat boek waarin de snarentheorie verdeeld wordt, erkent hij dat een centraal organiserend principe waaruit alle kenmerken van de theorie voortvloeien nog steeds ontbreekt. Deze tekortkomingen alleen al tonen aan dat deze theorie niet de fundamentele theorie kan zijn die ze beoogt te zijn.

4 Voor een opsomming van de vele tekortkomingen van de snarentheorie, zie ook P. Woit, *Not even wrong; The failure of string theory and the continuing challenge to unify the laws of physics*, Vintage books, London, 2007; zie vooral Ch.12 "String Theory and Supersymmetry:

I. INLEIDING

Ook op experimenteel niveau is er weinig nieuws ontdekt dat het onderzoek echt verder zou kunnen brengen. Zeker belangrijk is dat in 2012 het Higgs-deeltje werd gevonden. Maar het experimenteel aantonen van dit al vele jaren eerder voorspelde deeltje betekent niet meer dan een afronding van het standaardmodel. In de deeltjes-experimenten is er bij mijn weten al jaren niet iets ontdekt dat voor een doorbraak zou kunnen zorgen.

Behalve de genoemde vragen en problemen waar de theoretische natuurkunde mee worstelt zijn er ook ultieme vragen waarop de huidige natuurkunde geen antwoord weet. Die vragen betreffen het bestaan als zodanig van de belangrijkste natuurkundige theorieën sinds de klassieke natuurkunde (CP): de relativiteitstheorie (RT) en de kwantumtheorie (QT).⁵ Waarom gelden specifiek *déze* theorieën? Waarom hebben we in de natuur juist met deze, door deze theorieën ontsluitende, structuren te maken en niet met andere? Dat de natuurkunde dit tot nu toe niet kan verklaren heeft Weinberg herhaaldelijk aldus uitgesproken:

*“Why does nature obey the principles of relativity and quantum mechanics? Sorry – these questions are still unanswered”.*⁶

“We will still be left with the question ”why?”. Why this theory, rather than some other theory? For example, why is the world

An Evaluation”; p.212: “superstring theory is at the moment unarguably an example of a theory that can’t be falsified, since it makes no predictions”. Vandaar dat over deze theorie gezegd kan worden, in de befaamde woorden van Wolfgang Pauli: “Das ist nicht einmal falsch” (p.6). Woit beargumenteert dat de snarentheorie een doodlopend spoor is.

⁵ Ik gebruik in het vervolg gemakshalve de gangbare Engelstalige afkortingen; dus CP voor ‘classical physics’ en QT voor ‘quantum theory’.

⁶ Steven Weinberg, *Dreams of a final theory*, Hutchinson Radius, London 1993, p.19.

I. INLEIDING

described by quantum mechanics? Quantum mechanics is the one part of our present physics that is likely to survive intact in any future theory, but there is nothing logically inevitable about quantum mechanics; I can imagine a universe governed by Newtonian mechanics instead. So there seems to be an irreducible mystery that science will not eliminate”.⁷

Eén van de oorzaken van de stagnatie is wellicht de stijl van het huidige natuurkundig onderzoek. Veel natuurkundigen bekommeren zich niet om grondslagenkwesties en om debatten over de interpretatie van de bestaande theorieën. Kortom, ze houden zich niet bezig met fundamentele vragen. Ze zien niet in dat je daar voor het onderzoek veel mee opschiet. Voor hen is het voldoende dat er met de theorieën goed gerekend kan worden. Gevolg is dat over basale zaken niet fundamenteel en kritisch wordt nagedacht.⁸

Maar juist de hardnekkigheid van de stagnatie zou er op kunnen wijzen dat er iets fundamenteel schort aan de bestaande benaderingen in de theoretische natuurkunde. Om daar zicht op te

⁷ Steven Weinberg, “A Designer Universe?” in *The New York Review of Books*, 21 October 1999, p.46-48. Dit artikel is ook opgenomen in zijn boek *Facing Up: Science and its Cultural Adversaries*, Harvard U.P. Cambridge, 2003. In zijn artikel, “Without God”, heeft Weinberg dit nog sterker en tegelijk defaitistischer uitgedrukt: “We struggle to understand nature (..). But we know that we will never get to the bottom of things, because whatever theory unifies all observed particles and forces, we will never know why it is that that theory describes the real world and not some other theory”. *The New York Review of Books*, 25 September 2008, p.73-76.

⁸ Ook Smolin ziet als een oorzaak van de crisis in de natuurkunde, het ontbreken van “the more reflective, philosophical style that characterised Einstein and the inventors of quantum theory”. *Op. cit.* p.XXIIIf, 262f.

krijgen is een diepgaand onderzoek vereist van de belangrijkste tot nu toe ontwikkelde natuurkundige theorieën, hun reikwijdte, hun onderlinge relatie en de grondstructuren van de materie die door deze theorieën aan het licht zijn gebracht.

2. Het onderzoeksprogramma

Deze overwegingen leiden tot de volgende opzet om dit onderzoek uit te voeren.

In hoofdstuk **II** start ik met een analyse van de CP, de RT, de QT en de drie grondstructuren van de materie die we door deze theorieën hebben leren kennen. Omdat voor deze structuren de relaties tussen instrumentsysteem en objectsysteem cruciaal zijn is voor de verdere verheldering van die relaties en daarmee ook van de bijbehorende grondstructuren een relationele systeemtheorie noodzakelijk.

In hoofdstuk **III** wordt deze metatheorie, de theorie van de vier fundamentele systeemrelaties, met de daaruit voortvloeiende ontologische en epistemologische consequenties uiteengezet.

In hoofdstuk **IV** wordt vervolgens onderzocht of door deze metatheorie inderdaad de grondstructuren van CP, RT en QT kunnen worden verklaard en op die manier wezenlijk verhelderd. Daarmee wordt ook een antwoord verkregen op de ultieme vragen van de natuurkunde.

In hoofdstuk **V** komt een vermoeden aan de orde dat direct uit de systeemtheoretische analyse van de natuurkunde voortvloeit, namelijk dat naast de drie tot nu toe bekend geworden grondstructuren er nog een vierde en meest basale grondstructuur moet zijn. Uitvoerig worden de experimentele en theoretische argumenten besproken die dit vermoeden ondersteunen.

I. INLEIDING

Vervolgens wordt gepoogd zicht te krijgen op enkele basiskenmerken van de theorie die vanwege die vierde grondstructuur vereist is.

In hoofdstuk VI worden in een aantal nabeschouwingen enkele algemene thema's besproken, zoals de vraag of de natuurkunde op fundamenteel niveau uiteindelijk eindig zal zijn. Ook komt aan de orde de relatie van het natuurkundig onderzoek met de samenleving waarin dit onderzoek functioneert. Tenslotte wordt, na een concluderende beschouwing over de oorzaken van de stagnatie in de natuurkunde, het boek afgerond met een korte reflectie op de betekenis van de vierde grondstructuur van de materie.

II Grondslagenonderzoek van de natuurkunde

1. Analyse van de belangrijkste natuurkundige theorieën

Om inzicht te krijgen in wat de natuurkunde ons tot nu toe geleerd heeft richt ik mijn onderzoek primair op de vraag wat de belangrijkste natuurkundige theorieën aan het licht hebben gebracht.

De belangrijkste theoretische ontwikkelingen sinds de klassieke natuurkunde (CP) zijn de relativiteitstheorie (RT) – de Speciale RT uit 1905 met de uitbreiding daarvan de Algemene RT uit 1915 - en de kwantumtheorie (QT) die werd ontwikkeld vooral in de jaren 1924-27. Vanaf het begin was duidelijk dat deze theorieën vanwege hun bijzondere aard fundamentele kennistheoretische analyses noodzakelijk maken. Want beide theorieën impliceren een breuk met basale ideeën over kennisverwerving uit de klassieke natuurkunde.

Om die kennistheoretische implicaties goed in beeld te krijgen is het van belang in te zien dat voor deze ten opzichte van de klassieke natuurkunde revolutionaire theorieën kenmerkend is dat het “*principe theorieën*” zijn. Einstein heeft in 1919 uitgelegd dat de RT, wil je de aard ervan goed vatten, als een principetheorie begrepen moet worden. De meeste theorieën in de natuurkunde zijn constructieve theorieën. Daarvoor geldt dat er modellen van complexe fenomenen worden geconstrueerd door uit te gaan van meer elementaire bouwstenen. Daarentegen geldt voor