

21 Beruf oder Berufung?

In der Elementarteilchenphysik ist man doch als Physiker selbst nur ein Elementarteilchen.

Wolfgang Dreybrodt, Physiker

Gratulation! Sie haben soeben ein Studium der Physik und Astronomie in weiten Teilen miterlebt, zumindest in groben Zügen und im Schnelldurchgang. Um in einem verständlichen Rahmen zu bleiben, musste ich einige Beschreibungen und Erklärungen etwas vereinfachen. Ich durfte jedoch den Kern der Aussagen dabei nicht verwässern und hoffe, dass mir diese Gratwanderung im Großen und Ganzen gelungen ist.

Ebenso musste ich Ihnen aus Platzgründen oft vorenthalten, wie wir zu Erkenntnissen gelangt sind und wer die Entdeckungen gemacht hat. Wenn Sie dies alles jedoch näher interessiert, so möchte ich Sie gerne auf die weiterführende Literatur oder das Internet verweisen. Ich würde mich sehr freuen, wenn Sie dieses Buch zu einem tieferen Einstieg in die Welt der Naturwissenschaften anregt.

Für den zweiten Buchteil habe ich mir die etwas kniffligeren und noch faszinierenderen Themen aufgehoben. Zunächst steht die Quantentheorie und damit der Ursprung unserer Realität im Vordergrund. Unser bisheriges Wissen und der Begriff der Information führen uns im weiteren zu einem neuen Verständnis der physikalischen Theorien. Anschließend versuche ich, Ihnen eine Gesamtsicht auf das Universum zu geben. Sein Anfang, seine Zukunft und seine noch größtenteils unbekannt Zusammensetzung werfen jedoch noch immer viele Fragen auf. In den abschließenden Kapiteln machen wir uns dann auf die Suche nach einer Weltformel und gewinnen einen Überblick über zahlreiche, teils hochspekulative Weltmodelle. Obwohl hier ebenfalls mehr Fragen als Antworten übrig bleiben, so gibt der Begriff der Information auch hier unerwartete Denkanstöße in eine neue Richtung. Er löst vielleicht nicht nur das Rätsel der Dunklen Materie und der Dunklen Energie, sondern zeigt uns auch, wie die Existenz des Universums begonnen haben könnte. Aber bevor es mit diesen Themen richtig losgeht, können Sie den bisherigen Stoff noch etwas verdauen und sich ein wenig erholen.

Ich weiß natürlich nicht, wie es Ihnen bis hierhin erging, aber für mich war mein Studium ein unerwartetes Stück harter Arbeit. Mit meinem eher idealistischen Ansatz wollte ich im Grunde nur die Welt besser verstehen und alles über ihre fundamentalen Gesetzmäßigkeiten lernen. Doch dann wurde ich mit ziemlich viel

Hochschulmathematik konfrontiert, bei der ich mich daran gewöhnen musste, abstrakt zu denken und nicht wie in der Schule nur zu rechnen.

Da alle Naturgesetze mittels mathematischer Formeln ausgedrückt werden, nimmt die Mathematik in der Physik einen sehr breiten Raum ein. Im Gegensatz zur Experimentalphysik, die sich schwerpunktmäßig mit dem Bau, der Durchführung und der Auswertung von Experimenten beschäftigt, wird in der theoretischen Physik fast nur mit mathematischen Modellen gearbeitet. Hier wird zwar im Allgemeinen mit einem klareren Ansatz vorgegangen, aber trotzdem waren für mich die eigentlichen Kernaussagen hinter den Formeln nicht immer leicht zu sehen. Oft stand für meinen Geschmack die Mathematik zu sehr im Vordergrund und die eigentliche Bedeutung wurde erst am Schluss und vor allem zu kurz angesprochen.

Natürlich ist die Mathematik ein unentbehrliches Hilfsmittel, wenn man Berechnungen anstellen und Vorhersagen treffen möchte. Ein jeder erwartet von seiner Uhr, von seinem Navigationsgerät oder von einem Computertomografen eine angemessene Genauigkeit und Verlässlichkeit. Und ebenso muss auch das Gerüst einer physikalischen Theorie mathematisch sauber aufgebaut sein. Doch, wo blieb bei all den Formeln die Intuition, die die wirklich großen Physiker wie Albert Einstein und Niels Bohr so stark leitete?

Die wirklich wichtigen Fragen nach dem Aufbau und dem Ursprung der Welt wurden mit einer Sammlung aus vielen Beobachtungen durchaus zufriedenstellend beantwortet. Trotzdem fehlte mir am Schluss meines Studiums ein physikalisches Gesamtbild der Welt, aber vor allem die Bedeutung des Ganzen. Hier ließ man uns Studenten doch ziemlich allein. Ich kann mich beispielsweise nicht daran erinnern, dass in einer Vorlesung oder einem Seminar jemals die fundamentalen Unterschiede der beiden wichtigsten Theorien, der Quantentheorie und der allgemeinen Relativitätstheorie, herausgestellt worden sind. Vielmehr habe ich die allgemeine Relativitätstheorie nur am Rande über die Kosmologie kennengelernt, da sie überhaupt nicht zum Pflichtstoff gehörte.

Der schwerste Brocken jedoch war für mich und meine Studienkollegen eindeutig die Quantentheorie. Der mathematische Formalismus war gelinde gesagt gewöhnungsbedürftig, aber nicht unüberwindlich. Hier wird nach einem merkwürdigen Schema gerechnet, das zumindest in einigen Fällen exakte Lösungen produziert. Nur beschreiben diese Lösungen nicht einfach das konkrete Verhalten von Atomen oder Teilchen, sondern geben nur die Wahrscheinlichkeiten an, mit denen gewisse Dinge passieren werden. Was sollte man davon halten, und wie sollte man damit umgehen? Warum ist die Natur an dieser Stelle nicht präzise, und wozu soll das gut sein? Sie werden es vielleicht kaum glauben, aber viele Physiker nehmen die Merkwürdigkeiten der Quantentheorie irgendwann ohne weitere Begründung hin oder blenden diese Fragen einfach aus.

Schon früh im Studium lernt man so viele experimentelle Tatsachen und theoretische Berechnungen kennen, dass man sie unmöglich alle nachprüfen kann. Natürlich führt man auch selbst zahlreiche Versuche und Rechnungen durch, aber trotzdem lernt man auch, den anderen Physikern zu vertrauen und deren Resultate zu konsumieren. Und die Quantentheorie funktioniert ja schließlich tadellos. Ihre Wahrscheinlichkeitsvorhersagen sind die mit am besten geprüften Sachverhalte der Physik. Die quantentheoretischen Berechnungen stimmen also mit großer Genauigkeit mit der Natur überein. Nur sind es eben statistische Voraussagen und keine absoluten. Ein einzelnes Teilchen macht quasi, was es will, ohne dass man ihm dabei in die Karten sehen kann.

Wie sehr wir uns aber doch gegen die Quantentheorie gesträubt haben, zeigt der Umstand, dass viele meiner Studienkollegen diese Vorlesung nicht nur einmal, sondern zweimal gehört haben. Auch ich habe mir davon ein tieferes Verständnis versprochen. Ich glaube heute, dass ich bei meinem zweiten Anlauf zumindest die Mathematik der Quantentheorie besser begriffen habe und sicherer anwenden konnte. Bei der Deutungsfrage der Zufälligkeit und Umbestimmtheit blieb aber wieder ein schaler Nachgeschmack zurück. Ich war im Prinzip genauso schlau wie vorher.

Woher weiß denn nun ein einzelnes radioaktives Atom, wann es zerfallen wird? Wer oder was kennt diesen Zeitpunkt? Müsste er nicht irgendwie bekannt sein, auch wenn *wir* ihn nicht im Voraus berechnen können? Mit diesen Ungereimtheiten im Gepäck begab ich mich auf die Suche in der populärwissenschaftlichen Literatur. Hier war ich nicht alleine mit meinen bohrenden Fragen. Aber auch die Fachautoren, die die neuesten Versuche zur Quantentheorie schilderten, wussten keine Antwort darauf, warum und wie sich ein Teilchen zwischen verschiedenen Möglichkeiten entscheidet.

Schließlich bin ich bei dem Buch ›Aufbau der Physik‹ von Carl Friedrich von Weizsäcker (1912–2007) gelandet. Dieser Physiker und Philosoph besaß eine einmalige klare Ausdrucksweise, die ich auch mehrmals live erleben durfte. Einmal hat er in der voll besetzten Münchner Olympiahalle angeregt mit dem Dalai Lama über Fragen der Schöpfung diskutiert. Als enger Freund von Werner Heisenberg erlebte er die Entwicklung der Quantentheorie hautnah mit und dachte später mit am tief-schürfendsten über sie nach.

Doch dieses Buch war eine harte Nuss. In einer atemberaubenden Art und Weise hat von Weizsäcker die Essenz der gesamten Physik in dieses Werk hineingepackt. Zudem hat er versucht, die Quantentheorie auf ein neues und ungeheuer abstraktes, informationstheoretisches Fundament zustellen. Aber soweit bin ich damals gar nicht gekommen. Vom kompakten und trockenen Stil genervt, habe ich nach etwa der Hälfte der Seiten aufgegeben und das Buch frustriert in die Ecke gelegt. Erst vor

knapp drei Jahren habe ich es wieder hervorgeholt und schließlich zu Ende gelesen. Ohne diesen erneuten Anlauf wäre dieses Buch hier niemals entstanden.

Sie sehen an diesen Schilderungen, dass mein Herz nach all den Jahren noch immer an der Physik hängt. Obwohl ich mich zwischenzeitlich lange Jahre intensiv mit Computern und deren Programmierung beschäftigt habe, lässt sie mich dennoch nicht los. Oft wurde ich schon gefragt, warum ich nicht bei der Physik geblieben bin? Auf der anderen Seite wollten auch schon etliche Arbeitskollegen von mir wissen, warum ich denn nicht gleich Informatik studiert habe? Ich möchte versuchen, darauf ein paar Antworten zu geben, zumal viele meiner Studienfreunde einen ähnlichen Weg gegangen sind.

Zuerst einmal bin ich fest davon überzeugt, dass ein jeder genau den Beruf oder das Studienfach ergreifen sollte, von dem er sich am meisten verspricht. Nur hier wird man eine entsprechende Leidenschaft entwickeln, sodass man in Stande ist, etwas Außergewöhnliches zu leisten kann, falls man dies denn möchte. Wir sollten also unsere begrenzte Zeit möglichst sinnvoll nutzen, damit wir am Ende unseres Lebens möglichst zufrieden darauf zurückschauen können. Und dazu gehört ganz wesentlich, sich für den passenden Berufsweg zu entscheiden.

Als Studienfach kam für mich neben der Physik nur noch die Mathematik infrage. Doch da mich die Natur und nicht die Abstraktheit interessierte, war die Entscheidung schnell gefallen. Informatik dagegen war für mich Mitte der 1980er Jahre noch nicht als Alternative zur Physik sichtbar, denn sie hatte meiner Meinung nach bloß mit der Programmierung von Computern zu tun.

Auch bei der Wahl meiner Diplomarbeit musste ich nicht groß nachdenken. Ohne dass ich es vorher wusste, hatte ich mir von Anfang an mit Heidelberg eine führende Universität auf dem Gebiet der Elementarteilchenphysik ausgesucht. Hier wurde geklärt, was die Welt im Innersten zusammenhält. Die theoretische Physik schied wiederum aus, denn mich faszinierten die Beschleunigeranlagen und deren Großexperimente. Dort wollte ich wie bei einer riesigen Modelleisenbahn mitspielen und mehr über die Naturkräfte herausfinden.

Doch schnell wurde ich vom Alltag erfasst, denn an eine 40-Stunden-Woche sollte man am besten erst gar nicht denken. Vor, während und auch nach einer sogenannten Strahlzeit an einem Beschleuniger ist nämlich grundsätzlich Stress angesagt. Zuerst muss alles richtig aufgebaut und getestet werden, und dann wird rund um die Uhr gemessen, damit jede Minute des Beschleunigers auch genutzt wird. Und schließlich will natürlich hinterher sofort jeder wissen, was dabei herausgekommen ist. Nächtelanges Arbeiten wird zum Normalfall, und bei manchen Arbeitsgruppen erkennt man das Wochenende fast nur am Kalender. Beim Privatleben muss man ebenfalls ziemlich aufpassen, damit es nicht zu kurz oder gar zum Erliegen kommt.

Aber ich will mich hier im Nachhinein nicht beklagen, sondern Ihnen nur einen kleinen Einblick hinter die Kulissen dieser Großforschung geben. Während dieser Zeit durfte ich mit sehr interessanten und teils illustren Persönlichkeiten zusammenarbeiten, wobei ich ausgesprochen viel gelernt habe. Auch konnte man sich von diesen Kollegen abschauen, wie man den Erwartungsdruck am besten aushält. Sie zeigten mir, wie man trotzdem noch Probleme strukturiert löst und nicht den Blick fürs Wesentliche verliert. Dies ging in ähnlicher Form auch während meiner Doktorarbeit so weiter. Hier war aber auch nach zwei Jahren Arbeit noch nicht abzusehen, ob die Ergebnisse überhaupt für eine Veröffentlichung geeignet sind. Und damit war ich nicht allein in meinem Freundeskreis, doch schließlich haben wir auch diese Hürde alle erfolgreich genommen.

Aber weshalb bin ich dann nach fünf Jahren an einem Max-Planck-Institut nicht in der physikalischen Grundlagenforschung geblieben? Die kurze Antwort ist, dass ich erst einmal genug davon hatte. Die ausführlichere ist etwas vielschichtiger.

Zunächst einmal muss man sich klar machen, dass längst nicht alle Absolventen der Universitäten dort auch auf Dauer bleiben können. Universitäten sind in erster Linie Ausbildungsstätten, die man sowieso irgendwann verlassen muss. Das Gleiche gilt auch für die Forschungsinstitute mit ihren Doktoranden.

Will man sich stattdessen eine permanente Stelle sichern, so musste man zu meiner Zeit zwingend habilitieren, um dann versuchen Professor zu werden. Aber für solch eine Position hielt ich mich einfach nicht gut genug. Außerdem braucht man für diesen Kraftakt einen Chef, der dies auch vorbehaltlos über Jahre hinweg unterstützt. Schließlich gibt es auf diesem Weg keinerlei Garantie, denn Professorenstellen sind heiß begehrt und hart umkämpft. Bei ihrer Vergabe geht es längst nicht nur um Fachkompetenz, sondern immer auch um Macht, Politik und Einfluss.

Klappt es nicht auf Anhieb mit der festen Stelle einer Professur, so halfen die Institute üblicherweise den Bewerbern mit kurzfristigen Zeitverträgen aus. Ich wollte mich aber nicht noch im Alter von vierzig Jahren von zweijährigen Verträgen ernähren und auch nicht dauerhaft auf einer Assistentenstelle im so genannten akademischen Mittelbau landen. Ebenso wenig wollte ich für einen möglichen Wechsel in die Industrie am Ende zu alt sein.

Neben der Stellenlage war ein weiterer Aspekt bei meiner Entscheidung die Situation der Elementarteilchenphysik insgesamt. Ich war durch meine Forschungsarbeiten auf dieses Gebiet mehr oder weniger festgelegt. Schon 1994 war entschieden worden, dass der weltweit nächstgrößere Beschleuniger erst der LHC am CERN sein würde. Ich war allerdings schon damals überzeugt davon, dass er gleichzeitig wohl der letzte seiner Art sein würde. Und nun betrachten Sie sich bitte einmal die Gesamtlaufzeit dieser Anlage.

Von den ersten Ideen in den 1980er Jahren bis zur letzten Veröffentlichung vielleicht im Jahre 2030 werden 40 Jahre vergehen. Dies wäre fast mein komplettes restliches Berufsleben gewesen. Und dies war mir ehrlich gesagt zu lang und zu einseitig. Natürlich hätte ich als Teilchenphysiker auch bei anderen Experimenten arbeiten können, doch mittlerweile hatte mich eine ganz andere Leidenschaft gepackt. Langsam aber sicher fand ich die Computer, die ich tagtäglich für Datenauswertungen und Simulationen programmierte, fesselnder als die Physik.

Die Möglichkeiten, die die Informationstechnologie bietet, wuchsen und wuchsen noch immer viel schneller als in jedem anderen Fachgebiet. Ich möchte Ihnen dies an einem kleinen Beispiel verdeutlichen: Meine Arbeitsgruppe besaß Mitte der 1990er Jahre sage und schreibe 100 Festplatten mit insgesamt 100 Gigabyte an Speicherplatz. So eine gigantische Plattenkapazität war damals weltweit in der physikalischen Forschung nur an ganz wenigen Stellen verfügbar. Jede Platte hatte die Ausmaße eines Schuhkartons und ein eigenes Netzteil. Zusammen belegten sie etwa so viel Platz wie eine ganze Einbauküche. Den Stromverbrauch und die Wärmeentwicklung lassen wir am besten außer Acht. Gekostet haben sie vermutlich über 50 000 Euro, und mindestens zwei Mal pro Jahr ging eine von ihnen kaputt.

Heute kann ich in jedem Computerfachgeschäft mehr als das 10-Fache dieser Speichermenge für weniger als 100 Euro mit nach Hause tragen. Dabei ist der Platzbedarf wesentlich geringer als für eine einzige der alten Platten. Die Speicherdichte hat in diesen 15 Jahren um etwa das 10 000-fache zugenommen, und gleichzeitig ist der Preis auch um einen Faktor 10 000 gefallen.

Wenn ich bedenke, dass ich hoffentlich noch 30 Jahre leben werde, kann ich mir kaum ausmalen, was dann an Informationstechnologie für die Allgemeinheit erschwinglich sein wird. Was für Anwendungen werden bis dahin Wirklichkeit sein? Und wie werden sie entwickelt? In der Computerindustrie erleben wir seit Jahrzehnten die größte technologische Explosion der Menschheitsgeschichte. Und hier wollte ich nun mit dabei sein.

Der letzte Grund für meinen zügigen Abschied aus der Forschung waren die reichlichen Angebote für Naturwissenschaftler mit entsprechender Programmiererfahrung. Etwa die Hälfte aller Abgänger aus meiner Umgebung verschwand damals in der Softwareindustrie. Und alle miteinander waren zufrieden mit ihrer neuen Tätigkeit. So schlimm konnte dieser Schritt dann wohl nicht sein, und ich würde ja zwangsläufig auch wieder auf Seelenverwandte treffen.

Heute arbeite ich also wie die meisten Physiker in der Wirtschaft. Den Wechsel in die Softwarebranche habe ich kaum bereut, denn die vielfältigen Aufgaben waren bisher ebenso herausfordernd wie interessant. Zwar wird hier gleichfalls nur mit Wasser gekocht, dafür aber etwas schneller. Ein Projekt liefert spätestens nach

einem Jahr die erste vernünftige Programmversion, die dann nach 2 bis 3 Jahren meist schon relativ ausgereift ist.

Das Problembewusstsein beziehungsweise die Sorgfalt war in der Forschung aber mindestens genauso groß wie bei den Softwareprofis. Machte man als Diplomat oder Doktorand bei seinen Programmen einen Fehler, so war die ganze Arbeit und damit der eigene Abschluss gefährdet. Noch höher war die Verantwortung, wenn man in einem Großexperiment seine Software vielen anderen zur Verfügung stellte. Dementsprechend gewissenhaft wurde hier auch unter hohem Zeitdruck gearbeitet.

Die wenigen Physiker, die den Mut, das Können und das Glück haben, in der Forschung zu bleiben, stehen naturgemäß stark im Blickpunkt der Öffentlichkeit. Als Professoren und Forschungsgruppenleiter vertreten und publizieren sie ihre neuesten Ergebnisse. Etliche von ihnen schreiben auch ganz erfolgreich Bücher und stellen damit ihr Fachgebiet einem breiteren Publikum vor. Einige widmen sich auch den ganz großen Fragen und versuchen sie so umfassend wie möglich zu beantworten.

Aufgrund meiner Vorbildung habe ich oft relativ wenig Problem damit, den Argumenten dieser Autoren zu folgen. Aber aus meinem Freundes- und Bekanntenkreis weiß ich, dass dies den Nicht-Physikern längst nicht immer so leicht fällt. Ihnen fehlen oft die Zusammenhänge und das Hintergrundwissen, mit dem sie das gerade Gelesene am besten einordnen können? Wo hat der Autor freimütig zugegeben, dass manche Argumente und Sachverhalte sehr spekulativ sind? Und ganz wichtig: Wo tappen noch ganze Forschungsbereiche ziemlich im Dunkeln oder liegen wahrscheinlich falsch?

Mit meinem Buch möchte ich mich diesen Qualitätskriterien stellen. Ich werde offen und ehrlich zu Ihnen sein und möglichst Ihren Wissensdurst löschen. Und dabei möchte ich Sie natürlich auch ein wenig unterhalten. Doch nun ist Ihre Verschnaufpause zu Ende, denn wir begeben uns wieder hinein in unser Universum und ziehen erneut die Brille des Physikers und Astronomen auf.