Ernst Peter Fischer

»Ein neurotisches Missverständnis«

Wolfgang Paulis Einstellungen zu Einstein

Im Herbst 1927 lebte und arbeitete der in Wien geborene Wolfgang Pauli (1900–1958) in Hamburg. Während dieser Zeit bot sich ihm die Möglichkeit, ordentlicher Professor für theoretische Physik in der Schweiz zu werden. Er bekam einen Ruf an die Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) in Zürich, die durch Albert Einstein bekannt und berühmt geworden war. In diesem Zusammenhang wurde der noch jugendliche Pauli gebeten, einen kurzen Lebenslauf zu verfassen, und die von ihm eigens zu diesem Zweck angefertigte (handschriftliche) autobiografische Skizze beginnt mit folgenden Sätzen:*

»Ich bin am 25. April 1900 in Wien als Sohn des Universitätsprofessors und Arztes Dr. Wolfgang Pauli geboren. Nachdem ich dort 1918 das humanistische Gymnasium absolviert hatte, studierte ich 6 Semester an der Universität München. Hier war mein Lehrer in theoretischer Physik Professor A[rnold] Sommerfeld, und die Anregungen, die ich von ihm und seinem Schülerkreis […] empfing, waren für meine wissenschaftliche Ausbildung entscheidend. Zunächst war ich mit Fragen der Relativitätstheorie beschäftigt, worüber ich einige kleinere Noten publizierte, vor allem aber im Auftrag Sommerfelds einen zusammenfassenden Artikel für die mathematische Encyklopädie verfaßte. Bald wandte ich mich aber Fragen der Quanten- und Atomphysik zu, welches Gebiet bis heute mein Arbeitsfeld geblieben ist. Es entstanden damals zwei Arbeiten, die speziell sich mit Fragen des Atommagnetismus beschäftigten. Im Juni 1921 promovierte ich in München mit einer Dissertation, die ein spezielles Molekülmodell zum Gegenstand hatte, das beim heutigen Stand der Physik allerdings als überholt gelten muß.«

Nach Hinweisen auf seine nachfolgenden Assistentenjahre bei Max Born in Göttingen (1921) und Wilhelm Lenz in Hamburg (1922) kommt Pauli auf das Jahr 1923 zu sprechen, das er bei Niels Bohr in Kopenhagen verbracht und das ihn wesentlich geprägt hat:

»Hier hatte ich Gelegenheit, die besonderen wissenschaftlichen Methoden dieses berühmten Forschers kennenzulernen und ihm zu meiner besonderen Freude auch persönlich näher treten zu können. […] Anfang 1924 habilitierte ich mich mit einer Arbeit, die eine Verallgemeinerung der von Einstein in die Quantentheorie der Strahlung eingeführten statistischen Gesetze enthielt. Ende des Jahres 1924 verfaßte ich eine Arbeit, die unter anderem einen allgemeinen, den Atombau betreffenden Satz enthielt, der sich als für die Entwirrung komplizierter Spektren sehr fruchtbar erwiesen hat und seither in der Literatur vielfach zitiert wird.«

Wunderkind und Nobelpreis

In diesem Text ist zweimal von Einstein die Rede, wobei Paulis wissenschaftliche Tätigkeit offenbar als Auseinandersetzung mit dessen Werk beginnt. Paulis Leben bis zu diesem Zeitpunkt spielt sich vor dem Hintergrund einer gewaltigen wissenschaftlichen Revolution ab, deren Auswirkungen nicht überschätzt werden können – weder für das geistige noch für das alltägliche Leben. Es ist die Zeit, in der Einsteins Leistungsfähigkeit am höchsten ist.

Es ist anzunehmen, dass sich die damit verbundene geistige Unruhe dem heranwachsenden Knaben mitgeteilt hat. Schließlich ist Pauli nicht nur in einem akademischen Umfeld aufgewachsen, sondern auch ohne allen Zweifel ein Wunderkind gewesen, das schon früh ungeheuer viel gelesen und bald etwas Eigenes zu sagen hat. Tatsächlich reicht der gerade einmal 18-jährige Pauli bereits kurz nach der Reifeprüfung am Döblinger Gymnasium in Wien seine erste wissenschaftliche Arbeit zur Veröffentlichung ein. Er stellt einige Ideen »Über die Energiekomponenten des Gravitationsfeldes« vor, die Einstein ein paar Jahre zuvor in die Physik eingeführt hat.

Einsteins Relativitätstheorien stellen bekanntlich eine der physikalischen Großtaten des 20. Jahrhunderts dar; in

deren Umrahmung entfaltet sich Paulis Kindheit. Der Speziellen Relativitätstheorie aus dem Jahre 1905 konnte Einstein bis 1915 eine allgemeine Form geben, in der auch das Gravitationsfeld auftauchte, von dem in Paulis erster Arbeit die Rede war. Mit seiner Hilfe ließ sich das Wirken der Schwerkraft auf die Massen der Himmelskörper und deren Einfluss auf die Struktur von Raum und Zeit erfassen. Das mathematische Handwerkszeug, das Einstein für die Ausarbeitung seiner Allgemeinen Relativitätstheorie benötigte, stellte sich dabei als so kompliziert dar, dass sich unter zeitgenössischen Physikern ein seltsames Gerücht verbreitete. Es wurde tatsächlich gemunkelt, dass sich die Wissenschaftler, die Einsteins Theorie verstehen oder nachvollziehen können, an den Fingern einer Hand abzählen lassen.

Vielleicht gab es wirklich nur zwei oder drei Professoren, die mit der neuen Kosmologie zurechtkamen, aber es gab noch einen weiteren, der sich auskannte, nämlich den 18-jährigen Schulabgänger Wolfgang Pauli, der damals noch ein ›junior‹ hinter seinem Namen führte. Pauli jun. gehörte also mit zu dem exklusivsten Klub der Physiker seiner Zeit, und er publizierte im Jahre 1919 gleich drei Arbeiten über die Einstein'sche Gravitationstheorie. Sie beeindruckten seinen Lehrer Arnold Sommerfeld dermaßen, dass der berühmte Münchener Ordinarius dem Teenager – wie zitiert – vorschlug, den Handbuchartikel über die Relativitätstheorie zu schreiben, um den die Redaktion der berühmten *Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften* zunächst Sommerfeld selbst gebeten hatte.

Pauli machte sich an die Arbeit, und sein weit über 200 Seiten langer Aufsatz über die Relativitätstheorie erschien im Jahre 1921. Welchen Eindruck dieses Frühwerk auf die Gemeinde der Physiker machte, lässt sich am besten dem Lob entnehmen, das Einstein höchstpersönlich ausgesprochen hat und das die umfassenden Qualitäten und Kenntnisse des jungen Autors erkennt und anerkennt, die weit über das Technische der Theorie hinausgehen und nicht nur die philosophische, sondern sogar die humane Dimensionen mit einschließen. Einstein schreibt:

»Wer dieses reife und groß angelegte Werk studiert, möchte nicht glauben, daß der Verfasser ein Mann von einundzwanzig Jahren ist. Man weiß nicht, was man am meisten bewundern soll, das psychologische Verständnis für die Ideenentwicklung, die Sicherheit der mathematischen Deduktion, den tiefen physikalischen Blick, das Vermögen übersichtlicher systematischer Darstellung, die Literaturkenntnis, die sachliche Vollständigkeit, die Sicherheit der Kritik. […] Paulis Bearbeitung sollte jeder zu Rate ziehen, der auf dem Gebiete der Relativität schöpferisch arbeitet, ebenso jeder, der sich in prinzipiellen Fragen authentisch orientieren will.«

Seit dieser Zeit zeigte Einstein eine ziemliche Achtung vor Pauli, die ihren Höhepunkt am Ende des Zweiten Weltkriegs fand. Als Pauli im Jahre 1945 den Nobelpreis für Physik zugesprochen bekam – für die Arbeit, die er am Ende seiner autobiografischen Skizze erwähnt –, veranstaltete das unter Wissenschaftlern als legendär geltende Institute for Advanced Study im amerikanischen Princeton (New Jersey) ein Bankett zu seinen Ehren. An diesem Abend war auch das berühmteste Mitglied des Elite-Instituts zu Gast: Einstein. Gegen Ende der Veranstaltung erhob sich der große alte Mann der Physik völlig unerwartet von seinem Platz, um etwas für ihn Außergewöhnliches zu tun: Einstein hielt spontan eine Tischrede. Bei dieser Gelegenheit bezeichnete er Wolfgang Pauli als seinen ›geistigen Sohn‹, und er hoffte, in ihm seinen Nachfolger am Institut in Princeton zu finden bzw. gefunden zu haben.

Die zahlreichen anwesenden Fachleute applaudierten enthusiastisch und zeigten sich über Einsteins Vorschlag entzückt. Ihrer Ansicht nach konnte sich nur Pauli als theoretischer Physiker mit Einstein messen und vergleichen lassen, obwohl beide völlig unterschiedliche Menschentypen darstellten. Viele äußerten sogar die Auffassung, dass Pauli bei philosophischen und allgemeineren wissenschaftlichen Themen eher noch höher als Einstein einzuschätzen sei und mehr zu diesen Themen zu sagen habe. Die Gesellschaft war hoffnungsfroh und rechnete sich gute Chancen aus, dass Pauli Einsteins Hoffnung erfüllen und am Institut in Princeton bleiben würde, also dort, wo er die schlimmen Jahre des Zweiten Weltkriegs ohne jede Beteiligung an der ›Kriegsphysik‹ verbringen konnte.

Ausgequetschte Zitronen und schlimmere Dinge

Pauli zeigte sich gerührt, obwohl er damals bereits seit langem in vielen (philosophischen) Fragen zur Deutung der neuen Physik mit Einstein nicht mehr übereinstimmte, um es milde auszudrücken. Die Unstimmigkeiten hatten schon früh begonnen, als sich Paulis Interesse bald immer weniger auf die Relativität und die riesigen Dimensionen des Kosmos richtete, die Einstein gelockt

hatten. Pauli reizte stattdessen vermehrt der Blick in die umgekehrte Richtung, und er versuchte, die winzigen Welten im Inneren der Dinge – also die Atome – zu erkunden. Hier kam ihm bereits als Abiturient eine nachhaltige Idee, die seine zugleich physikalische und philosophische Begabung zeigte. Pauli war nämlich aufgefallen, dass traditionelle Konzepte der Physik ihren Sinn verlieren, wenn sie aus ihrer gewohnten Umgebung mit gewohnten Ausmaßen entfernt und in unbekannte Territorien übertragen werden. Konkret meinte er den Begriff des elektrischen Feldes, von dem alle Physiker (und Laien) ganz selbstverständlich sprechen, ohne sich klar zu machen, dass solch ein Feld nur definiert werden kann, wenn es ein Verfahren zu seiner Messung gibt. Gewöhnlich verwendet man dazu eine Probeladung, die in ein elektrisches Feld gehalten wird und dessen Auswirkungen anzeigt. Nun besteht jedoch – darauf machte der Teenager Pauli jun. im Jahre 1919 aufmerksam – eine Probeladung wie jeder materielle Körper aus Atomen. Dann kann es aber im Inneren eines Atoms keine Probeladung geben, und damit verliert der Begriff des elektrischen Feldes an dieser Stelle seinen Sinn.

Von da an erschien es ihm wie vergebliche Liebesmühe, die Welt durch eine einheitliche Feldtheorie zu beschreiben, wie es Einstein im Anschluss an seine Relativitätstheorien versuchte. Zwar war Einstein mit dem Raum-Zeit-Kontinuum weit gekommen, aber danach hielt er nur noch eine »ausgequetschte Zitrone« in der Hand, wie Pauli meinte, die logisch zuließ, was philosophisch Unsinn sein musste, nämlich ein physikalisches Feld, das überall definiert war und hinreichte – eben auch bis in die Atome. Dabei ärgerte Pauli, dass Einstein nie einsehen wollte, was doch so offensichtlich zu sein schien.

Paulis Unzufriedenheit mit Einstein wuchs im Laufe der Jahre, weil sich der Begründer der Quantentheorie des Lichts von seiner eigenen Kreation abwandte, als sie zur Quantenmechanik wurde. Und Einsteins Noten bei Pauli wurden noch schlechter, als sich das einstige Vorbild weigerte, die Idee der Komplementarität zu akzeptieren, die Pauli selbst so hoch einschätzte. Einstein nannte diesen Versuch, mit Widersprüchen wie Welle und Teilchen zu leben, bestenfalls eine »Beruhigungsphilosophie«, und er suchte nach einer Möglichkeit, sie loszuwerden oder gar zu widerlegen.

Einsteins Weigerung, die Quantenmechanik zu akzeptieren, lässt sich am besten mit dem Begriff der Vollständigkeit näher erläutern. Einstein hielt die neue Theorie der Atome nicht für falsch, sondern für unvollständig, da sie für Einzelfälle keine deterministischen Vorhersagen über die Bewegung oder den Aufenthaltsort von Teilchen (Atomen) erlaubte. Er weigerte sich, die von den Quanten bedingte Statistik und ihre Wahrscheinlichkeitsauskünfte als letztes Wort hinzunehmen, und er nahm an, dass es noch irgendwelche verborgenen Größen gibt, die man eines Tages finden werde, um die sprunghafte Atomtheorie zu ergänzen und so auszugestalten, wie man dies von klassischen Theorien à la Newton gewöhnt war.

Vielleicht gab es wirklich nur zwei oder drei Professoren, die mit der neuen Kosmologie zurechtkamen, aber es gab noch einen weiteren, der sich auskannte, nämlich den 18-jährigen Schulabgänger Wolfgang Pauli.

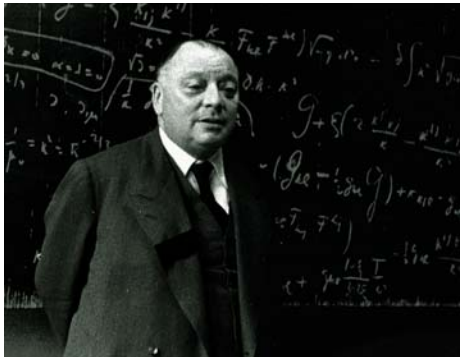
Diese Sehnsucht Einsteins und sein tiefes Bedürfnis nach vollständiger Kausalität hat Pauli einmal als »neurotisches Missverständnis« Einsteins bezeichnet und ihm vorgeworfen, nach dem Morgenstern-Motto vorzugehen, dass »nicht sein kann, was nicht sein darf«. Es heißt bei Pauli ausführlich:

»Die berühmte ›Unvollständigkeit‹ der Quantenmechanik ist doch irgendwie-irgendwo tatsächlich vorhanden, aber natürlich gar nicht behebbar durch Rückkehr zur klassischen Feldphysik (das ist nur ein ›neurotisches Missverständnis‹ Einsteins), sie hat vielmehr zu tun mit ganzheitlichen Beziehungen zwischen ›Innen‹ und ›Außen‹, welche die heutige Naturwissenschaft nicht enthält.«

Die Nächte des Physikers

Spätestens an dieser Stelle wird sich ein Leser (oder wahrscheinlicher: eine Leserin) fragen, warum selbst das gebildete Publikum mit Paulis Namen nahezu nichts anzufangen weiß. Dabei nennen die Wissenschaftler, die seine physikalischen und philosophischen Schriften kennen, ihn in einem Atemzug mit Newton und Einstein und nehmen alles äußerst ernst, was er geschrieben hat.

Eine mögliche Antwort könnte damit zu tun haben, dass es in Paulis Leben eine Tag- und eine Nachtseite ge-



geben hat. Sie hat erst in den 1990er Jahren das Dunkel der Archive verlassen, und sich auf sie einzulassen verlangt mehr Mut von den Wissenschaftlern, als sie bislang aufgebracht haben. Wie vor allem seine Briefe an den Psychologen C. G. Jung zeigen, hat Pauli nicht nur dem rationalen Denken im Lichte der Lampe namens Bewusstsein vertraut, wenn er die Natur und ihre Gesetze verstehen und daraus ein Weltbild zimmern wollte. Er vermutete, dass auch das Unbewusste dabei eine Rolle spielt und sich zum Beispiel in Träumen äußern und melden kann, und er hat versucht, dieses Material zu verarbeiten.

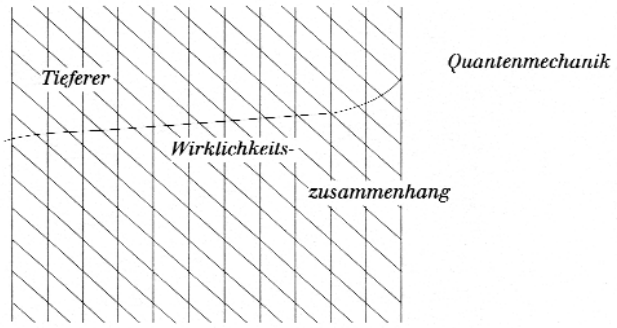
Wie inzwischen bekannt ist, setzten Paulis Träume – das Aufscheinen einer neuen »physikalischen Traumsymbolik« – 1934 ein, nachdem er seine (zweite) Frau Franca geheiratet hatte. Wir können dieses Thema nicht umfassend darstellen, aber mit seiner Hilfe zu Einstein zurückkehren. Er erscheint in einem Traum, der sich bei Pauli im Anschluss an eine schwierige und intensive Diskussion mit seinem geistigen Vater einstellte. Pauli schildert in einem Brief an Jung zunächst die physikalische Thematik:

»Als im Jahre 1927 die neue Theorie der Quantenmechanik vollendet wurde, die eine Lösung der alten Widersprüche betreffend Wellen und Teilchen im Sinne eines neuen komplementären Denkens brachte, wollte Einstein sich mit dieser Lösung nicht recht zufrieden geben. Er vertrat seither immer wieder mit sehr geistreichen Argumenten die These, daß die neue Theorie zwar richtig, aber unvollständig sei. Demgegenüber zeigte Bohr, daß die neue Theorie alle Gesetzmäßigkeiten enthielt, die innerhalb ihres Gültigkeitsbereiches überhaupt sinnvoll formulierbar sind. Dem objektiven Aspekt der in der Quantenmechanik angenommenen physikalischen Realität und ihrer statistischen Naturgesetze war dabei mit Hilfe folgender Voraussetzungen Rechnung getragen worden, die allen Physikern als selbstverständlich erschienen: 1) Individuelle Eigenschaften des Beobachters kommen in der Physik nicht vor. 2) Die Meßresultate sind vom Beobachter nicht beeinflußbar, nachdem er einmal die Versuchsanordnung gewählt hat.«

Pauli vertrat in Diskussionen mit Bohr und Einstein die Ansicht, »Einstein halte für eine Unvollständigkeit der Quantenmechanik innerhalb der Physik, was in Wahrheit eine Unvollständigkeit der Physik innerhalb des Lebens sei«. Und wenn Bohr dieser zugleich wunderbaren und wundersamen Formulierung auch sofort zustimmte, musste Pauli für seinen Sieg einen hohen Preis bezahlen, denn wie es weiter in seinem Traumbericht heißt: »Ich hatte damit […] zugegeben, daß irgendwo doch eine Unvollständigkeit vorhanden war, wenn auch außerhalb der Physik, und Einstein hat seither immer wieder versucht, mich auf seine Seite zu ziehen.«

Doch Pauli beharrt auf seinem Standpunkt, und »heute weiß ich, daß es sich hier um das Gegensatzpaar Vollständigkeit versus Objektivität handelt, und daß man […] nicht, wie Einstein will, beides zugleich haben könne. […] Daß eine prinzipiell statistische Beschreibungsweise der Natur komplementär nach der Erfassung des Einzelfalls verlangt, konnte ich auch nicht leugnen; aber zugleich sah ich ein, daß die Wahrscheinlichkeitsgesetze der neuen Theorie das äußerste waren, was innerhalb eines objektiven (d. h. nicht psychologischen) Rahmens der Naturgesetze überhaupt erhofft werden konnte«.

Damit ist die Szene bereitet für Einstein, der in Paulis Traum eine Figur an eine Tafel zeichnet:



Paulis Einstein-Traum – »ein Einstein ähnlich sehender Mann« zeichnet eine Figur auf eine Tafel. Es handelt sich um eine schraffierte Fläche, die von einer Kurve durchzogen wird.

Pauli erläutert: »Dies stand in offenbarem Zusammenhang mit der geschilderten Kontroverse und schien eine Art Antwort des Unbewußten auf sie zu enthalten. Es zeigte mir die Quantenmechanik, und damit die offizielle Physik überhaupt, als eindimensionalen Ausschnitt einer zweidimensionalen sinnvolleren Welt, deren zweite Dimension wohl nur das Unbewußte und die Archetypen sein konnten.«

Hier taucht ein neuer, wesentlicher Begriff auf, ohne den Paulis Vorstellungen vom menschlichen Denken und Erkennen nicht verstanden werden können, und zwar der

Begriff des Archetypus. Die dazugehörige Idee stellt den psychologisch fundierten und psychisch motivierten Versuch dar, eine Ebene zu finden, auf der Denken und Erkennen beginnen können, bevor es Begriffe oder Kategorien gibt. Für die hier verhandelten Zwecke reicht es, sich unter Archetypen wahrnehmbare Frühformen (Vorstufen) des Denkens vorzustellen.

Für Pauli macht es keinen Sinn, die Rationalität durch rationale Konstrukte zu erklären, wie es zum Beispiel Kant in seiner *Kritik der reinen Vernunft* versucht und wie uns in der Schule als unabweisbar richtig beigebracht wird. Vor der Rationalität kann keine Rationalität gewesen sein. Vor den Begriffen können keine Begriffe gewesen sein. Vor den Begriffen und vor den Kategorien des rationalen Denkens können aber sehr wohl urtümliche, archaische oder primordiale Bilder dem Bewusstsein zur Verfügung gestanden haben, wobei die drei Attribute auf eine frühe Form des humanen Erkennens hinweisen wollen. In ihnen tauchen Bilder auf, die wahrgenommen werden können und die es wahrzunehmen gilt.

Träume durchziehen Paulis Leben wie das wache Nachdenken über die Physik. Er hat sie so ernst genommen wie andere Einfälle, weil sie aus derselben Quelle kamen.

Mit dem griechischen Wort für Wahrnehmung – also mit Aisthesis – lässt sich sagen, dass Denken ursprünglich ästhetisch vor sich geht. Es beginnt nicht logisch, wie es unentwegt und unverdrossen gelehrt wird, sondern ästhetisch und vielleicht mit den Bildern, die uns im Traum zugänglich werden. Von Einstein wissen wir, dass sein Denken mit Bildern nicht nur begonnen hat, sondern dass sie es auch waren, die ihm zeigten, in welche Richtung es und er sich weiterbewegen sollten. Über das, was dabei passiert, wissen wir fast nichts, und kaum jemand kümmert sich darum. Noch erkundet kein Historiker die Einflüsse der Psychologie auf die Wissenschaft und ihre Geschichte. Und mit Pauli hat Einstein leider nicht über die inneren Bilder gesprochen. Der Versuch einer Wissenschaftspsychologie muss ohne ihre Hilfe beginnen.

»Meine Gedanken kommen nicht in irgendeiner sprachlichen Formulierung; ich hatte [bei meinen Entdeckungen] das Gefühl, auf etwas Bestimmtes zuzugehen, ich hatte es gewissermaßen sichtbar vor Augen.«
(Albert Einstein)

* Der Text basiert auf meiner Biografie von Pauli, die 2004 unter dem Titel *Brücken zum Kosmos* im Libelle Verlag in Lengwil (Schweiz) erschienen ist. Alle Zitate und ihre Quellen können in diesem Buch gefunden werden.