

Zweifel und Gewißheit in den Naturwissenschaften

Einer der auffälligsten Züge unserer Zeit ist die allgemeine Schwächung des Glaubens an all jene Wertsysteme, die früher Menschen verbanden und ihrem Leben eine Richtung gaben: religiöse, nationale, soziale, moralische Überzeugungen. Einzelgruppen vertreten noch klare und eindeutige Grundsätze. Doch andere Gruppen stehen dazu in Widerspruch, so daß solche Anschauungen für die Gesellschaft als Ganze keine zusammenhaltende Kraft mehr besitzen. Diese Schwächung des Respekts gegenüber menschlichen Werten ist eines der ernstesten Probleme unserer Zeit.

In dieser allgemeinen Flucht vor dem Glauben macht eine Gruppe eine Ausnahme. Sie ist ihrer Überzeugungen so sicher, daß sie nur selten über sie nachdenkt und nicht einmal den Versuch macht, sie zu formulieren. Diese Gruppe reicht über alle Grenzen der Religion, der Klasse oder der Nationalität hinweg. Sie hat ihre Vertreter auf der ganzen Welt und übt einen alles durchdringenden Einfluß aus, zum Guten oder zum Bösen, auf praktisch jeden Aspekt unseres Lebens und unserer Natur. Es handelt sich um die Gruppe der Naturwissenschaftler, der Techniker und all derer, die bei dem großen Abenteuer des menschlichen Geistes beteiligt sind, das im Europa des 17. Jahrhunderts begann und seither ermöglicht hat, unsere Umwelt umfassend und systematisch zu verstehen und zu kontrollieren, wie es in der ganzen menschlichen Geschichte ohne Parallele ist.

Auf den ersten Blick scheint es eine sinnvolle Lösung unseres Problems zu sein, den Naturwissenschaftlern die Organisation der Gesellschaft zu überlassen. Mit ihrer Kenntnis der Welt, ihrem strengen Bemühen um objektive Wahrheit und ihrem Interesse an der Zukunft sollten sie eigentlich die einzigen sein, die unser Schicksal kontrollieren. Aber schon eine kurze Überlegung zeigt, daß Naturwissenschaftler, wo sie einmal mit Dingen zu tun haben, die außerhalb ihres eigentlichen Gebiets liegen, ebenso sehr zu widerstreitenden Meinungen in sozialen, politischen, moralischen oder ethischen Fragen neigen wie jede andere menschliche Gruppe auch. Ihre Einmütigkeit bleibt auf den Bereich des Meßbaren, des Prüf- und Kalkulierbaren begrenzt. Die oberflächlich betrachtete so naheliegende Lösung, ihnen die Verantwortung für unsere Gesellschaft zu überlassen, ist daher unannehmbar. Mit ihrer technischen Erfahrung haben sie selbstverständlich eine wesentliche Rolle im heutigen Leben zu spielen; aber wenn Entscheidungen über Fragen außerhalb ihres Fachbereichs anstehen, dann haben auch die Naturwissenschaftler keine größere Kompetenz als andere.

Trotz alledem können wir aus naturwissenschaftlichem Denken und Handeln einiges lernen. Der auffällige Kontrast zwischen der allgemeinen Flucht vor dem Glauben

und der Gewißheit der Naturwissenschaftler legt schon nahe, zur Diagnose des heutigen Ausfalls von Glauben die Überzeugungen von Naturwissenschaftlern zu untersuchen. Warum sind sie so sicher? Warum übersteigt diese Sicherheit auch die höchsten Schranken, die sonst die Kulturen trennen, und eint die Naturwissenschaftler zu einer besonderen Gemeinschaft? Was ist der letzte Grund ihrer Überzeugungen? Ist er vielleicht mit dem Fundament von Überzeugungen mehr traditioneller Art vergleichbar?

Gründe naturwissenschaftlicher Gewißheit

Um auf diese Fragen zu antworten, muß das Tun der Naturwissenschaftler selbst analysiert werden. Daran läßt sich sehen, wie sie die Welt zu verstehen suchen. Die Schriften der Wissenschaftstheoretiker reichen nicht aus, teils weil sie die philosophischen Hauptströmungen widerspiegeln und deren Unzulänglichkeiten teilen, teils weil sie häufig vom wirklichen Denken und Handeln der Naturwissenschaftler so weit entfernt sind, daß diese selbst sie ablehnen.

Was auch immer dieser oder jener Philosoph dazu sagen mag, Naturwissenschaftler sind überzeugt, daß sie Wahrheiten einer objektiv existierenden Welt entdecken und daß ihr Wissen kumulativen Charakter hat, so daß man heute mehr weiß als im 19. Jahrhundert und damals mehr als im Mittelalter. Das naturwissenschaftliche Weltbild bleibt gewiß zu jeder Zeit unvollständig und enthält vieles, was nur teilweise zutrifft oder gar falsch ist. Doch sind die Naturwissenschaftler überzeugt, daß die künftige Forschung nach und nach das Wahre entdecken und das Falsche ausscheiden wird. Unserer festen Ansicht nach enthält nämlich die Naturwissenschaft von ihrem Wesen her ein selbsttätig korrigierendes Element. Trotz aller Schwankungen bei den Schwierigkeiten und Ungewißheiten der Forschung garantiert dieses Element, daß sich die Naturwissenschaft im Blick auf die Grundlagen der Wahrheit gleich bleibt, vorausgesetzt, die beiden wesentlichen Forderungen nach logischem Zusammenhang und experimenteller Überprüfung werden respektiert.

Diese Gewißheit wächst im Naturwissenschaftler während seiner langen Studienjahre und seiner Erfahrungen im Labor. Bei seinen Experimenten gewinnt er die Überzeugung, daß er mit einer objektiven Wirklichkeit in Kontakt steht, die sich ihm mehr und mehr zu erkennen gibt. Er weiß, was es bedeutet, durch Monate oder Jahre hindurch um das Verständnis eines unerforschten Phänomens zu ringen und dann plötzlich mit zwingender Klarheit auf die Lösung zu stoßen. Mit seiner neuen Einsicht kann er alle Beobachtungen erklären. Die scheinbar anormalen Ergebnisse rücken wie selbstverständlich, aus völlig unerwarteten Gründen, an ihren Ort. Er kann neue Phänomene voraussagen und seine Voraussagen wieder mit weiteren Messungen verifizieren. Diese Erfahrung hat Bragg mit den folgenden Worten beschrieben: „Wenn jemand lange nach dem Schlüssel für ein Geheimnis der Natur gesucht hat und dann damit belohnt wurde, daß er einen Teil der Antwort entdecken durfte, dann empfin-

det er das wie einen blendenden Strahl der Erleuchtung: als etwas Neues, etwas Einfacheres und Schöneres als alles, was jemand mit seinem eigenen Geist hätte erdenken können. Diese Überzeugung meint etwas Wirkliches, nicht etwas Eingebildetes.“

Kein Naturwissenschaftler, der die Bahnen von Elektronen oder Protonen in Kernspurplatten oder in Blasenkammern gemessen hat, zweifelt auch nur einen Augenblick, daß er es dabei mit wirklichen Dingen zu tun hat, die sich auf den Bahnen, die er sieht, bewegt und diese verlassen haben. Es sind die Bausteine der natürlichen Welt, und wir können sie durch unsere Instrumente entdecken und ihre Eigenschaften messen. Am Ende einer Vorlesung von Rutherford erhob sich einer der Hörer und sagte, seiner Meinung nach seien Alpha-Teilchen nur Ideen unseres Geistes, die unsere Sinneseindrücke in einen notwendigen Zusammenhang miteinander brächten. Bei dieser Bemerkung rief Rutherford: „Ich kann die kleinen Dinger doch vor mir *sehen*!“ Und er konnte es tatsächlich.

Die Überzeugungen der Naturwissenschaftler stärken und vertiefen sich mit dem wachsenden Verständnis für das umfassende, fest in sich verzahnte Gebäude der modernen theoretischen Physik. Mit einer verhältnismäßig geringen Zahl von Grundbegriffen läßt sich mit außerordentlicher Genauigkeit eine endlose Reihe von mechanischen, elektromagnetischen, atomaren und nuklearen Erscheinungen verstehen und kalkulieren. Es ist unmöglich, diese Erfahrung in ihrer Fülle einem weiterzugeben, der nicht mit der Strenge der Naturwissenschaft voll vertraut ist.

Für den Naturwissenschaftler stellt die Erfahrung der Macht seiner Arbeit einen überwältigenden Beweis dar, der alles andere Wissen als blaß erscheinen läßt. An dieser Stelle liegt auch der Grund für den Glauben des Naturwissenschaftlers.

Damit soll nicht gesagt sein, der Naturwissenschaftler glaube an den ganzen aktuellen Inhalt seiner Wissenschaft. Ganz im Gegenteil, sein fester Glaube an die Naturwissenschaft als solche ist von einem fröhlichen Skeptizismus begleitet in bezug auf vieles, was sich heute als Naturwissenschaft darstellt, ganz besonders in den Grenzbereichen dieses Wissens. Er möchte ja vorwärtskommen, und es gehört wesentlich zu seiner Wissenschaft, jedes Ergebnis und jede Theorie als bis zu einem gewissen Grad vorläufig zu betrachten und im Licht der weiteren Arbeit zu überprüfen. Gerade diese Flexibilität und geistige Offenheit ermöglicht es der Naturwissenschaft, stets so mächtige Fortschritte zu machen. Sie kann unvollständige Ansichten der Vergangenheit hinter sich lassen und in der Zukunft ein besseres Verständnis erreichen.

Hier stellt sich jedoch sofort die Frage: Wie läßt sich der Glaube des Naturwissenschaftlers an ein unaufhörliches Entdecken neuer Wahrheiten über die Welt mit seiner ebenso festen Überzeugung vereinbaren, daß nichts, was geleistet wurde, heilig ist, daß vielmehr alles in gewisser Weise als vorläufig betrachtet werden muß und im Licht weiterer Erfahrung einer neuen Prüfung zu unterziehen ist?

Systeme naturwissenschaftlicher Methoden

Das führt geradewegs auf eine zentrale Frage der Wissenschaftstheorie. Nur zu oft waren die Vertreter dieser Disziplin Philosophen mit geringer Kenntnis der naturwissenschaftlichen Forschung aus erster Hand oder aber Naturwissenschaftler ohne Übung in der philosophischen Methode und ohne Vertrautheit mit der Philosophiegeschichte. Als Naturwissenschaftler gehöre ich selbst in die zweite Gruppe und trage darum meine Überlegungen mit der gebotenen Reserve vor.

Zu Beginn dieses Jahrhunderts wurde die Wissenschaftstheorie von der positivistischen Schule beherrscht, die vom Wiener Kreis abhing. Mit den Mitteln der logischen Analyse wurde damals ein System der wissenschaftlichen Methode als Konstruktion einer Reihe von Begriffen und Regeln entwickelt, das die Berechnung aller beobachtbaren Ergebnisse ermöglicht. Fragen nach der Wirklichkeit der Objekte, die den Begriffen entsprechen, also etwa nach Atomen und Genen, wurden als bedeutungslos ausgeschlossen. Dieses System hat gewiß einen inneren Zusammenhang und deckt zum großen Teil die logische Struktur der Naturwissenschaft. Es hat aber den Nachteil, daß ihm die Erfahrung des Naturwissenschaftlers selbst nachdrücklich widerspricht.

In neuerer Zeit entwickelte Kuhn¹ eine andere Sicht des naturwissenschaftlichen Fortschritts. Er vergleicht diesen Fortschritt mit einer Reihe von Gestaltveränderungen, wie ein Paradigma in Zeiten revolutionärer Veränderungen durch ein anderes ersetzt wird. Die Untersuchung, ob eine einzelne Beschreibung wahr ist oder nicht, ist dann natürlich bedeutungslos, während die Frage wichtig wird, ob sie für größere oder eingeschränktere Bereiche der Erfahrung zutrifft.

Vereinfachend kann man sagen: Die Positivisten glauben an Wahrheit, aber nicht an Naturwissenschaft, während Kuhn an Naturwissenschaft, aber nicht an Wahrheit glaubt. Die meisten Naturwissenschaftler hegen Glauben an beides. Für uns besteht das Problem darin, ein zusammenhängendes System der naturwissenschaftlichen Methode zu finden, das uns diesen Glauben erlaubt.

Kritischer Realismus

Zu den bemerkenswertesten Vorgängen der letzten Jahre zählt die Bildung einer Schule kritischer Realisten bei den Wissenschaftstheoretikern. Hier läßt sich mancher Hinweis finden, wie unser Problem zu lösen ist. Entsprechend dieser Auffassung² enthalten naturwissenschaftliche Theorien Begriffe, die sich auf hypothetische Wirklichkeiten beziehen. Es kann sich dabei etwa um Elektronen oder Viren, aber auch um Prozesse wie Evolution oder Blutkreislauf handeln. Einige dieser Wirklichkeiten und

¹ T. S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions* (Chicago 1970).

² R. Harré, *The Philosophies of Science* (Oxford 1972); W. A. Wallace, *Causality and Scientific Explanation* (Michigan 1972/1974).

Prozesse existieren möglicherweise. Es könnte sich um Dinge handeln, die real in dieser Welt vorkommen, auf der gleichen ontologischen Ebene wie ein Tisch oder ein Fluß. Mit dem Fortschritt der naturwissenschaftlichen Forschung wurde die Existenz einiger solcher möglicher Wirklichkeiten, wie Atome oder Bakterien, durch ein Beweisverfahren nachgewiesen.

Ein solches System naturwissenschaftlicher Theorien berücksichtigt die hypothetische Natur solcher theoretischer Wirklichkeiten, vor allem in den ersten Stadien. Einige Begriffe, wie Kraft oder Entropie, scheinen sich auf existierende Gegenstände zu beziehen. Doch erkennen wir später, daß sie nur Abkürzungen für den Bezug auf komplizierte Ideen darstellen, die ausschließlich in einem besonderen theoretischen Rahmen erklärbar sind. Andere Ideen wie die des Planeten Vulkan oder des Äthers meinen Dinge, die möglicherweise existieren, für deren Annahme aber der experimentelle Nachweis fehlt und die darum bald beiseite gestellt und vergessen wurden.

Ähnlich wird das System auch der Überzeugung des Naturwissenschaftlers gerecht, daß er wirklich etwas vom Bau der Welt entdeckt. Er kann hundert Möglichkeiten erdenken, die im kalten Licht des Experiments dahinfallen, und zufällig bildet er einen Begriff, der alle denkbaren Tests besteht. Das gibt ihm eine klare Einsicht in eine ganz neue Erfahrungswelt und befähigt ihn, die Ursachen für die beobachteten Erscheinungen so zu verstehen, daß er weiß, einen neuen Aspekt der Wirklichkeit erfaßt zu haben.

Dieses System naturwissenschaftlicher Theorien hat schon eine lange Geschichte. Seit frühesten Zeiten kannte man die wichtige Unterscheidung zwischen naturwissenschaftlichen Erklärungen, die nur eine Methode für die Berechnung der meßbaren Aspekte der Erscheinungen bieten, und solchen, die uns wirklich sagen, was vorgeht. Diese Erklärungen sind von verschiedener Art. Die einen setzen eine bestimmte Wirklichkeit oder einen Prozeß als existierend voraus. Andere schlagen eine Beziehung zwischen Begriffen vor. Wieder andere legen nur einen ganz allgemeinen Umriß der Welt zugrunde, wie etwa die geometrische Struktur von Raum und Zeit. Erklärungen der ersten Art lassen sich durch experimentelle Überprüfungen bestätigen oder als falsch erweisen, wenn das bisweilen auch schwierig sein kann und lange Zeit braucht. Die anderen Erklärungen lassen keine direkte Überprüfung zu. Ihr Gültigkeitsgrad läßt sich nur aufgrund der Übereinstimmung ihrer zahllosen Folgerungen mit bestimmten Messungen erforschen. Aber da es immer möglich bleibt, daß ein anderes Grundpostulat ebenso gut paßt oder sogar noch besser, gibt es für diese Art der Erklärung keine endgültige Entscheidung. In diesem Bereich sind Kuhns Paradigmenveränderungen außerordentlich gut angebracht.

Das Ergebnis einer endgültigen Entscheidung in unseren abstrakt theoretischen Erklärungen berührt aber nicht unsere letzte Gewißheit über die Existenz von Wirklichkeiten und Prozessen, wie sie die Erklärung des ersten Typs voraussetzt.

Ein Beispiel: Die Entdeckung des Neutrinos

Als Beispiel läßt sich die Geschichte des Neutrinos anführen. In den 30er Jahren zeigten Forschungen über den Betazerfall, daß die Gesetze der Erhaltung der Energie, des Impulses und des Drehimpulses (Spin) nicht bestätigt wurden. Physiker schätzten nun ihre Erhaltungssätze sehr hoch ein. Ehe man zugab, daß gleich drei von ihnen bei ein und demselben Phänomen nicht zutreffen sollten, postulierte Pauli beim Betazerfall die Emission eines dritten Teilchens, das Neutrino. Seine Eigenschaften wurden so bestimmt, daß die Erhaltungssätze gültig bleiben. Und es fand sich, daß sie in der Tat recht fremdartig waren. Die elektrische Ladung des Neutrinos ist null, sein Spin $1/2$. Trotzdem hat es Energie und Impuls. Außerdem ließ sich auch durch sorgfältige Messungen nicht nachweisen, daß seine Masse auch nur irgendwie von Null abweicht. Wie ein Photon muß es immer mit Lichtgeschwindigkeit in Bewegung sein. Seine Wechselwirkung mit Materie ist so gering, daß es die Erde direkt durchdringen kann, ohne absorbiert zu werden. Das ist die Welt der Quanten, und es ist sehr schwierig, sich ein so fremdartiges Objekt vorzustellen.

Das ist ein schönes Beispiel theoretischer Physik. Der gewöhnliche Kernphysiker – vom Mann auf der Straße ganz zu schweigen – hat das Gefühl, es handle sich um ein geistreiches Kunststück, um eine Hypothese problematischer Art. Aber die Stärke der Physik liegt gerade darin, daß alle Hypothesen schließlich experimentell überprüfbar sein müssen. Sie haben sich in ein nahtloses Geflecht einzufügen, und jede muß sich selbst mit beobachtbaren Konsequenzen ausweisen oder aber verschwinden. Die Neutrinohypothese besaß in der Tat solche Konsequenzen. Aber Experimentalphysiker, die mit den Füßen auf dem Boden stehen, hielten mit ihrem Urteil zurück, bis diese Konsequenzen nachgewiesen waren.

Die bedeutsamste Konsequenz lag darin, daß ein Neutrino, das beim Betazerfall emittiert wird, fähig sein soll, die umgekehrte Reaktion zu verursachen, wenn es von einem Proton aufgefangen wird. Unglücklicherweise handelt es sich dabei für die Untersuchung um eine schwierige Reaktion, weil das Neutrino eine so geringe Wechselwirkung hat. Trotz allem hatten Reines und Cowan im Jahr 1956 Erfolg mit der Entdeckung dieser Reaktion durch ein recht kompliziertes und geniales Experiment. Das war für Kernphysiker der entscheidende Augenblick. Neutrinos waren nicht länger etwas lächerliche und weit hergeholte Abstraktionen von Theoretikern, sondern waren jetzt als grundlegende Teilchen der physikalischen Welt nachgewiesen. Ihre Strahlen können beliebig ein- und ausgeschaltet werden. Man kann sie ihre charakteristischen Reaktionen mit voraussehbarer Häufigkeit hervorbringen lassen. Aufwendige Experimente sollen ihre Eigenschaften noch weiter erforschen. Der Physiker ist vielleicht nicht sehr klar, wenn er dem Nichtnaturwissenschaftler das Neutrino erklärt. Er hat auch selbst keine sehr klare Vorstellung von diesem Teilchen; aber wie der erste Zoologe, der ein Okapi sah, zweifelt er nicht an seiner Existenz.

Für dieses Vorgehen, das die Realität von Gegebenheiten nachweist, die zunächst

als Hypothesen vorgetragen wurden, gibt es eine Fülle von Beispielen in allen Bereichen der Naturwissenschaft: Harveys Theorie vom Blutkreislauf, die Bakterientheorie für Krankheiten, die Evolutionstheorie, die kinetische Gastheorie usw.

Wenn wir auch der Existenz von Neutrinos sicher sind und sogar verschiedene Arten von Neutrinos mit unterschiedlichen Eigenschaften ausmachen können, sind wir doch noch weit von einem Verständnis dafür entfernt, warum es solche Teilchen überhaupt gibt und warum ihre Eigenschaften so sind, wie wir sie finden. Wir würden gern unser Wissen von den Elementarteilchen so vereinheitlichen, daß sich alle ihre Eigenschaften aus einer einzigen Verstehenstheorie ableiten ließen. Aber wir sind heute noch sehr weit davon entfernt.

Dieses System naturwissenschaftlicher Methode wird den Überzeugungen des forschenden Naturwissenschaftlers voll gerecht. Es erkennt den vorläufigen Charakter der ursprünglichen Hypothese an, schließt aber ebenso das dem Forscher so gut bekannte Verfahren ein, bei dem einige dieser Hypothesen eine so eingehende Bestätigung erfahren, daß sie als Tatsachen anerkannt werden. Naturwissenschaft ist ihrem Charakter nach progressiv in dem Sinn, daß die Anzahl solcher Tatsachen beständig größer wird. Gleichzeitig jedoch werden die Grundbegriffe vertieft im Sinn des von Kuhn beschriebenen Paradigmenwandels.

Nach diesem knappen Überblick über den Fortschritt der wissenschaftlichen Forschung im Verständnis der Natur stellt sich die Frage nach der Möglichkeit einer Verbindung mit menschlichen Werten im allgemeinen.

Ursprünge der Naturwissenschaft

Die Naturwissenschaft entwickelte sich im Kontext der Menschheitsgeschichte. Darum darf gefragt werden, wie und warum sie sich entwickelte. Die Naturwissenschaft, wie wir sie kennen, nahm ihren entscheidenden Aufschwung im Europa des 17. Jahrhunderts, und zwar als Folge einer kontinuierlichen Entwicklung während der vorausgehenden vier Jahrhunderte. Aber warum geschah dieses bedeutende Ereignis in dieser Periode der Geschichte? Warum nicht im alten Ägypten oder in Babylon, in Indien oder China? Warum nicht bei den Azteken, den Majas oder den Inkas? Das ist eine schwierige Frage; denn wir müssen die Naturwissenschaft verstehen und können das doch nur in angemessener Weise, wenn wir ihre Ursprünge erfassen. Mit dem Verständnis für die Entstehung der Naturwissenschaft läßt sich vielleicht auch erkennen, warum sie eine solche Lebenskraft hat, daß sie alle Grenzen von Religion, Rasse und Kultur überschreitet.

Die Frage nach dem Ursprung der Naturwissenschaft ist ein komplexes historisches Problem, das sich nicht einfach so erforschen läßt, wie es der Naturwissenschaftler wünschen würde. Wir können die Geschichte nicht noch einmal durchspielen mit jeweils verschiedenen Startbedingungen und dann sehen, was geschieht. Statt dessen haben wir

uns an unsere Reflexion und an unsere Einsicht zu halten, um die Glaubwürdigkeit alternativer Hypothesen zu werten. Es gibt zwei mögliche Zugänge: Zunächst läßt sich durch Reflexion auf die Naturwissenschaft selbst sehen, welches ihre wesentlichen Vorbedingungen sind, welche Grundeinstellungen zur materiellen Welt jeder Naturwissenschaftler besitzen muß, ohne die Naturwissenschaft weder beginnen noch überleben könnte. Zweitens können wir durch das Studium der großen Kulturen der Vergangenheit zu verstehen suchen, warum Naturwissenschaft – trotz verschiedener verheißungsvoller Ansätze, vor allem im alten Griechenland – bis zum europäischen 17. Jahrhundert doch nie zu einem selbständigen Wachstum gelangte. Diese beiden Zugänge hängen eng zusammen; denn wir können nur dann erfassen, warum sich Naturwissenschaft in einer bestimmten Kultur entwickeln konnte oder nicht, wenn wir ihre notwendigen Voraussetzungen kennen.

Voraussetzungen der Naturwissenschaft

Diese Vorbedingungen der Naturwissenschaft gehören so sehr zu der Luft, die wir atmen, daß wir ihren besonderen Charakter leicht übersehen. Naturwissenschaft kann nicht in einem luftleeren Raum existieren. Es bedarf eines bestimmten Grundverhaltens zur Welt, damit sie entstehen kann. Diese Vorbedingungen der Naturwissenschaft sind nicht selbstverständlich. Sie finden sich in der menschlichen Geschichte nur selten.

Der Naturwissenschaftler muß glauben, daß die Welt gut ist oder wenigstens neutral, daß sie rational, kontingent und erkennbar ist. Nähme man an, Materie sei böse, dann würde man es kaum für wert halten, sein Leben damit zuzubringen, sie zu studieren. Ist sie dagegen willkürlich oder irrational, dann wäre es unmöglich, sie überhaupt zu verstehen. Hielte man ihre Ordnung für etwas Notwendiges, das so sein muß, wie es gerade ist, dann ließe sich mit einigen alten Philosophen hoffen, sie mittels bloßer Kontemplation zu verstehen. Wenn ihre Ordnung dagegen kontingent ist, dann bleibt als einzige Möglichkeit der Entdeckung der mühsame Weg der Beobachtung und des Experiments. Würde man schließlich voraussetzen, diese Ordnung stehe dem Geist des Menschen gar nicht offen, dann fände sich wieder kein Ansatzpunkt für den Versuch eines Verständnisses.

Diese Vorbedingungen der Naturwissenschaft betreffen die logische Ebene. Andere gehören mehr auf die Ebene des Handelns. Wir brauchen einen mächtigen psychologischen oder moralischen Anstoß, bevor wir die Mühe auf uns nehmen, die Welt zu verstehen. Die Materie gibt nicht leicht ihre Geheimnisse preis. Ohne eine starke Motivation begäbe man sich wohl kaum ans Werk, selbst wenn man um die theoretische Möglichkeit eines Naturverständnisses wüßte. Schließlich ist die Überzeugung gefordert, daß das einmal gewonnene Wissen freigiebig weitervermittelt werden muß, daß es also nicht im Verborgenen verkümmern darf, sondern von Generation zu Generation zu wachsen hat.

Alle diese Voraussetzungen sind notwendig, bevor Naturwissenschaft überhaupt beginnen kann. Und da Naturwissenschaft eine gemeinschaftliche Unternehmung ist, die Bemühung vieler Geister, müssen diese Überzeugungen in der jeweiligen Gesellschaft Allgemeingut sein. Darum haben wir bei der Frage nach den Ursprüngen der Naturwissenschaft zu untersuchen, warum diese besondere Denkweise im europäischen Mittelalter heimisch wurde und nicht in den großen Kulturen der Vergangenheit.

Das erfordert eine umfassende Untersuchung der alten Kulturen, wie das erst kürzlich von Jaki³ unternommen wurde. Er zeigt, daß bei allen die Vorstellung eines universalen Kreislaufs herrschte: Nach Ablauf einer bestimmten Zahl von Jahren würden sich alle Ereignisse wiederholen, und das für immer. Eine solche Sicht des Universums entmutigt in hohem Grad. Wenn wir nicht mehr sind als Sklaven in einer gigantischen kosmischen Treitmühle, wenn alles, was wir tun, schon lange Zeit vor uns getan wurde und nach uns immer wieder getan wird, dann bleibt kaum ein Anreiz, mehr zu tun als das, was einem erlaubt, gleichgültig und träge vom Strom der kosmischen Zeit weitergetragen zu werden.

In besonderen Fällen gibt es zusätzliche Gründe, warum sich die Naturwissenschaft nicht entwickelte. Das gilt vor allem für das alte Griechenland mit seinen bedeutenden naturwissenschaftlichen Leistungen und den vielen genialen Einzelwerken. Der Fehlschlag der griechischen Naturwissenschaft war zum Teil eine Folge der ungeheuren Vielfalt von Ideen. Isolierte einzelne wie Archimedes und Aristoteles hatten eine Fülle richtiger Einsichten. Aber sie lebten in einer Gesellschaft, deren leitende Vorstellungen in der Mehrzahl einer Naturwissenschaft im Weg standen: Viele Götter waren für die verschiedenen Aspekte der materiellen Welt verantwortlich; die Materie galt als böse, die Geschichte als zyklisch; Handarbeit war nur etwas für Sklaven. Den bedeutsamen Ansätzen einiger weniger genialer Denker fehlte darum die Unterstützung einer homogenen, von der ganzen Gesellschaft getragenen Philosophie.

Das Christentum – Wegbereiter der Naturwissenschaft

Dieser *Circulus vitiosus* wurde erst durch die jüdisch-christliche Offenbarung des einen allmächtigen Gottes, des Schöpfers von Himmel und Erde, entscheidend durchbrochen. Damit war zugleich ein Universum mit klarem Beginn und Ende gegeben, eine Welt mit einem Zweck, mit Freiheit, Entscheidung und Vollendung. Solch eine Welt aber bietet von selbst die Vorbedingung und die geistige Atmosphäre, wo sich Naturwissenschaft entfalten kann und schließlich auch entfaltet hat. So läßt sich der letzte Ursprung der Naturwissenschaft zurückverfolgen bis auf jene hebräischen Nomaden in der Wüste, die zuerst dem einen wahren Gott zu dienen lernten.

Im Gegensatz zum griechischen Polytheismus brachte das Judentum einen kompro-

³ S. L. Jaki, *Science and Creation* (Edinburgh, London 1974).

mißlosen Monotheismus und einen transzendenten Gott, der allein die Verantwortung trägt für alles, was ist, den Schöpfer einer guten Welt. Mit der Messiaserwartung und ihrer Erfüllung in Christus vertiefte das Christentum den jüdischen Sinn für den Zweck in der Geschichte. Es brachte eine neue Einstellung zur Arbeit, weil es die Notwendigkeit betonte, die materielle Grundlage des Lebens umzuformen. Seither wurden die Voraussetzungen der Naturwissenschaften, die schon bei den Griechen flüchtig aufgetaucht waren, ausgebaut, vereinheitlicht und überall verbreitet.

Alte Vorstellungen sterben nur langsam. So brauchte es mehrere Jahrhunderte des Kampfes, bis der zyklische Pessimismus schließlich vertrieben war. Die frühen Christen bahnten nicht bewußt den Weg für die Naturwissenschaft. Wenn sie jedoch das Wort Gottes verkündigten, dann bereiteten sie auch die Welt vor, in der sich Naturwissenschaft entfalten konnte. Im Evangelium sind neue Vorstellungen über die Beziehung von Gott, Mensch und Natur impliziert, die im Lauf der Jahrhunderte allmählich die nötigen Bedingungen für Entstehung und Wachstum der Naturwissenschaften schufen. Der hl. Basilius kämpfte im Licht der biblischen Schöpfungslehre gegen die Astrologen und baute damit eine den Naturwissenschaften feindliche Atmosphäre ab. Dem hl. Augustinus gelang in seiner „Civitas dei“ ein Gesamtentwurf der menschlichen Existenz, der es Jahrhunderte später ermöglichte, daß sich eine Kultur mit der Dynamik zu einem eigenständigen Fortschritt entwickelte.

Mit dem Untergang des römischen Reichs und der Trennung von Ost und West erbten die Mohammedaner die Reichtümer der klassischen Antike. Aber die Naturwissenschaft entwickelte sich dort nicht, weil der Koran den unerforschlichen Willen Allahs überbetonte. Trotzdem übersetzten und bewahrten sie die Werke der alten Griechen, die dann später ein wesentliches Element der Kultur des Mittelalters bildeten.

Im frühen Mittelalter wurden die Werke der klassischen Antike, besonders des Aristoteles, in der westlichen Christenheit bekannt. Bald übten sie einen entscheidenden Einfluß auf das christliche Denken aus. Aristoteles hatte viele richtige Fragen über die Natur gestellt, die jedoch in seinem engen Gedankensystem keine Antwort finden konnten. Die Ideen, die den Ausbruch aus diesem System ermöglichten, waren Folgen des christlichen Glaubens. Die Verbindung griechischer Fragen mit dem christlichen Glauben führte zum Entstehen der Naturwissenschaften.

Am Anfang des Mittelalters findet sich ein wichtiger Anstoß bei Abälard. Er betonte die Rationalität der materiellen Welt: Man müsse immer nach einer rationalen, natürlichen Erklärung suchen, bevor man sich auf ein wunderbares Eingreifen Gottes berufen dürfe. Später hat Thomas Morus in seiner „Utopia“ zuerst die Hauptelemente naturwissenschaftlicher Haltung formuliert: Die Kritik der Autoritäten, die Verwendung der Naturwissenschaft für soziale Reformen, die Notwendigkeit des Experiments und einen optimistischen Glauben an den Fortschritt durch Anwendung der Wissenschaft.

Die Renaissance mit ihrem Versuch der Wiederbelebung der heidnischen Antike war

ein nach rückwärts gewandtes Zwischenspiel, in dem sich ein Ficino für Magie und Astrologie begeistern konnte, und für das der Glaube an ein zyklisches Universum symptomatisch ist. Der Neoplatonismus von Ficanos Akademie brachte die zyklischen Grenzen griechischen Denkens wieder zu Ehren und untergrub das Vertrauen auf einen ständigen Fortschritt, wie es für die Naturwissenschaft wesentliche Voraussetzung ist.

Nach diesem Zwischenspiel legten die Arbeiten Galileis, Keplers, Kopernikus' und Newtons im 17. Jahrhundert die Fundamente für den endgültigen Durchbruch der Naturwissenschaften. Sie alle waren gläubige Christen, davon überzeugt, daß sie durch ihre Forschungen den Ruhm Gottes deutlicher machten. Seither hat sich die Naturwissenschaft ständig weiterentwickelt, trotz des mangelhaften Verständnisses gerade in der Gesellschaft, in der sie entstanden war.

Die Geschichte der Naturwissenschaft zeigt den entscheidenden Beitrag der christlichen Überzeugungen derer, die die Naturwissenschaft begründeten, wie auch der Gesellschaft, in der sie arbeiteten. Mit den Worten Whiteheads: Das Christentum bewirkte „den unüberwindlichen Glauben, daß jedes einzelne Ereignis mit dem vorausgehenden in eine eindeutige Verbindung gebracht werden kann und daß dadurch allgemeine Prinzipien veranschaulicht werden. Ohne diesen Glauben wären die ungeheuren Anstrengungen der Naturwissenschaftler hoffnungslos. Diese gewissermaßen instinkthafte Überzeugung ist die motivierende Kraft der Forschung: daß dort ein Geheimnis liegt, das entschlüsselt werden kann . . . Dieser Glaube an die Möglichkeit der Naturwissenschaft, der schon vor der Entwicklung der modernen naturwissenschaftlichen Theorie vorhanden war, ist eine unbewußte Folgerung aus der mittelalterlichen Theologie.“

Diese Theorie vom Ursprung der Naturwissenschaft legt nahe, daß es sich lohnen könne, die Verbindung zwischen den Voraussetzungen der Naturwissenschaft und jüdisch-christlichen Glaubensüberzeugungen zu untersuchen.

Die Christen glauben, daß die materielle Welt gut ist, weil Gott sie so geschaffen hat: „Und Gott sah alles, was er gemacht hatte, und siehe, es war sehr gut“ (Gen 1,31). Durch die Menschwerdung wurde die Materie aufgewertet: „Das Wort ist Fleisch geworden und hat unter uns gewohnt“ (Joh 1,14). Die Welt ist rational und geordnet, denn sie wurde von einem vernünftigen Gott geschaffen. Sie ist kontingent, da sie vom göttlichen „Fiat“ abhängt: Er hätte sie auch anders schaffen können. Die Welt kann durch den Geist des Menschen erfaßt werden, weil Gott dem Menschen den Auftrag gab, sich die Erde untertan zu machen, und er befiehlt nichts Unmögliches: „Seid fruchtbar und mehret euch und erfüllt die Erde und macht sie euch untertan. Herrscht über die Fische des Meeres und über die Vögel des Himmels und über alles Getier, das sich auf Erden regt“ (Gen 1,28).

So lassen sich alle Bedingungen für die positive Bewertung der materiellen Welt im Christentum finden. Christus selbst bekräftigt das Gebot, sich die Erde untertan zu machen, wenn er im Gleichnis von den Talenten dazu auffordert, alle Fähigkeiten und Kräfte voll einzusetzen. Und sobald deutlich wird, daß naturwissenschaftliches Wissen

sich dazu nützen läßt, das Los der Menschen zu erleichtern, ergibt sich die ganz besondere Verpflichtung, es zu entwickeln im Blick auf das Gebot, den Hungernden zu essen, den Durstigen zu trinken und den Nackten Kleidung zu geben.

Auch die letzte Bedingung für die Entwicklung der Naturwissenschaft, die Überzeugung nämlich, daß das Wissen freigebig mitgeteilt werden muß, wird vom Buch der Weisheit bestätigt: „Arglos lernte ich, neidlos teile ich sie (die Weisheit) mit, ihren Reichtum verberge ich nicht. Sie ist ja den Menschen ein unerschöpflicher Schatz. Die sich seiner bedienen, haben Freundschaft mit Gott erworben“ (Weish 7, 13 f.).

Die moralischen Orientierungen des Menschen, die zur Entwicklung der Naturwissenschaft nötig sind, lassen sich ebenso im Christentum finden.

So ergibt sich, daß während der kritischen Jahrhunderte vor dem Aufbruch der modernen Naturwissenschaft der europäische Geist von einem System von Überzeugungen geprägt wurde, das die für die Naturwissenschaft notwendigen Vorbedingungen umfaßt. Das würde bedeuten, daß die Verbindung zwischen den christlichen Überzeugungen des Mittelalters und dem Durchbruch der Naturwissenschaft nicht zufällig ist, sondern daß hier eine echte historische Kontinuität vorliegt.

Dieser kurze Überblick über die notwendigen Vorbedingungen für den Durchbruch der Naturwissenschaft und über den Weg, auf dem sie zustande kamen und im Geist des Menschen verwurzelt wurden, wirft eine Reihe weiterer Fragen auf, die hier nicht behandelt werden können. Aber es darf wohl gesagt werden, daß das Christentum eine grundsätzlich richtige Sicht der Wirklichkeit bringt und daß wir beim Versuch einer Neubelebung der menschlichen Werte gut daran tun, auf den gleichen Grundlagen aufzubauen.