Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern

Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft in Bern

Band: 13 (1956)

Artikel: Kants "Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels" von 1755 und die moderne Wissenschaft

Autor: Kurth, Rudolf

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-319466

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

RUDOLF KURTH

Kants «Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels» von 1755 und die moderne Wissenschaft

Vortrag, gehalten am 11. November 1955

Es ist wohl etwas ungewöhnlich und erscheint einer besonderen Rechtfertigung bedürftig, wenn ich Sie heute abend zur Bekanntschaft mit einem naturwissenschaftlichen Buche einladen möchte, das gerade vor 200 Jahren veröffentlicht worden ist — ungewöhnlich, weil ja heute in so manchen Zweigen der Naturwissenschaft und insbesondere auch der Astronomie ein Buch leicht als schon veraltet gelten kann, wenn es vor 20 Jahren geschrieben wurde. Erlauben Sie mir jedoch bitte, zunächst einmal über die äußere Geschichte des Werkes zu berichten (I), sodann über seinen Inhalt (II), und erst an dritter Stelle jene Rechtfertigung nachzuholen (III).

I. Die Geschichte des Werkes

1. Kant war 31 Jahre alt, als er unmittelbar vor seiner Habilitation die «Allgemeine Naturgeschichte» veröffentlichte. Es waren bereits drei andere Publikationen vorausgegangen, alle drei naturwissenschaftlichen Inhalts. Die zweite und dritte stehen zeitlich und thematisch in enger Nachbarschaft zur Allgemeinen Naturgeschichte. Während es in dieser um die Entwicklung des gesamten Universums geht, handelt es sich in jenen beiden Aufsätzen um die Untersuchung scharf begrenzter astronomischer und geophysikalischer Einzelprobleme. Kennzeichnend für alle drei und für Kants naturwissenschaftliche Fragestellung überhaupt ist die Anwendung des Entwicklungsgedankens auf die anorganische Natur.

Kant wurde zu seiner Untersuchung durch eine Abhandlung des Engländers THOMAS WRIGHT angeregt. Allem Anschein nach kannte er sie nicht im Original, sondern nur aus einer Besprechung in den «Hamburgischen Freien Urteilen». Eine Abhängigkeit von WRIGHT besteht zweifellos. Kant selbst schreibt: «Ich kann die Grenzen nicht genau bestimmen, die zwischen dem System des Herrn WRIGHT und dem meinigen anzutreffen sind, und in welchem Stücke ich seinen Entwurf bloß nachgeahmet oder weiter ausgeführt habe. Indessen boten sich mir ... annehmungswürdige Gründe dar, es auf der einen Seite beträchtlich zu erweitern.» Diese in der Tat beträchtlichen Erweiterungen bestehen vor allem in der Einführung und detaillierten Durchführung des Entwicklungsgedankens und machen dem Umfange nach den Hauptteil der Schrift aus.

Sie erschien anonym und wurde auf Rat von Bekannten «dem Allerdurchlauchtigsten Großmächtigsten Könige und Herrn, Herrn Friederich, Könige von Preußen» usw. gewidmet, «lediglich in der Absicht», wie ein Schüler Kants berichtet, «damit unter der Autorität des Königs bei den Gelehrten in Berlin und anderen Orten nähere Untersuchungen über sein System veranlaßt würden.» Diese Absicht mißlang. Während des Drukkes machte der Verleger Bankrott; das Buch kam weder auf die Messe noch in die Hände des Königs und blieb weitgehend unbekannt.

Sechs Jahre später veröffentlichte LAMBERT zum Teil ähnliche Anschauungen, ohne aber Kants Arbeit gekannt zu haben. Wieder einige Jahre später traten beide Männer in einen Briefwechsel, worin sie unter anderen Dingen auch die Prioritätsfrage in ruhiger und nobler Weise klärten: daß Kant diese Ideen als erster veröffentlicht, daß aber LAMBERT sie schon früher als Kant im stillen entwickelt habe.

Dann blieb es um die Schrift längere Zeit still. Dreißig Jahre nach ihrer Veröffentlichung gelangte WILHELM HERSCHEL auf Grund von Beobachtungen zu Ansichten über das Milchstraßensystem und über die außergalaktischen «Nebel», die sich mit denen Kants weitgehend deckten. HERSCHEL scheint von den theoretischen Untersuchungen WRIGHTS, KANTS und LAMBERTS nichts gewußt zu haben. Jedenfalls zitiert er (wie später ARAGO mit Verwunderung feststellte) nirgends seine Vorgänger.

HERSCHEL war ein Empiriker von großartiger Naivität und daher auch Ursprünglichkeit. Seine anfängliche Absicht war nicht so sehr gewesen, Neues zu entdecken, als das schon Bekannte mit eigenen Augen zu betrachten. Weil er aber systematisch und sorgfältig beobachtete und über

das Gesehene nachdachte, machte er — ohne eigentliche Absicht — die wichtigsten Entdeckungen.

Einer deutschen Übersetzung dreier Abhandlungen HERSCHELS «über den Bau des Himmels» fügte mit Kants Erlaubnis einer seiner Schüler einen Auszug aus der Allgemeinen Naturgeschichte bei. Dieser Auszug umfaßt etwa nur die Hälfte des Werkes. Kant ließ sich, wie der Herausgeber berichtet, nicht bewegen, «noch mehr aus jener Schrift vorzulegen; das übrige enthalte zu sehr bloße Hypothesen, als daß er es jetzt noch ganz billigen könne». Wenn wir nachprüfen, was Kant hat streichen lassen, so werden wir ihm weitgehend zustimmen; ja er hätte durchaus noch mehr fortlassen dürfen. Dieses Urteil geben wir ab nicht etwa auf Grund unseres außerordentlich viel besseren Wissens heute — das wäre dem Autor gegenüber ungerecht —, sondern an Hand seines eigenen Maßstabes der Wissenschaftlichkeit überhaupt.

LAPLACE veröffentlichte seine kosmogonische Hypothese 1796, auch er ohne Kenntnis der kantischen Schrift. Die Verwandtschaft zwischen Kants und LAPLACEns Anschauung entdeckte — wieder erst rund 50 Jahre später — ARAGO. Von nun an, also seit etwa einem Jahrhundert, bleibt Kants Werk zwar unvergessen — ALEXANDER VON HUMBOLDT, HELMHOLTZ, die Astronomen STRUVE und ZÖLLNER beschäftigten sich mit ihm. Aber im ganzen kümmert sich die Astronomie doch wenig um derartige «Spekulationen». Anders wird das erst in diesem Jahrhundert, nachdem die Astronomie begonnen hat, physikalische Gesichtspunkte in sich einzubeziehen. Galt früher das materielle Universum als in gleichsam zeitlosem Sein beharrend, so zwingen nun solche Fragen wie die nach dem Ursprung der Strahlungsenergie, damit nach der Strahlungsdauer eines Sterns zu «geschichtlicher» Betrachtungsweise. Mehr und mehr wird der Gedanke einer physikalischen Entwicklung des Universums zum leitenden Gesichtspunkt der astronomischen Forschung überhaupt. Damit werden auch Kants Bemühungen rehabilitiert. Versuche werden unternommen, seine Grundanschauungen mit modernen physikalischen Erkenntnissen zu unterbauen, und es wird die Meinung ausgesprochen, daß heute wohl die Mehrzahl der Astronomen zur Anerkennung der Kantischen Grundkonzeption neige, ohne sich jedoch auf die Einzelheiten festzulegen.

Ob das letztere nun wirklich zutrifft, mag dahingestellt bleiben. Aber auf jeden Fall gehören heute Kants Grundvorstellungen, sei es als gesicherte Erkenntnisse, sei es als ernstlich im Auge zu behaltende Hypothesen, zum Bestande unserer Wissenschaft.

II. Der Inhalt des Buches

2. Nach diesen geschichtlichen Bemerkungen wenden wir uns dem Inhalt des Buches zu. Sein vollständiger Titel gibt bereits eine Vorstellung davon, was den Leser erwartet: «Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebäudes nach Newtonischen Grundsätzen abgehandelt.» Beinahe jedes Wort trägt hier programmatischen Charakter. Der Entwicklungsgedanke, der mechanische Ansatz, die Universalität der Betrachtungsweise — jeder dieser drei Punkte wird nachdrücklich betont, indem er gleich zweimal zur Sprache kommt.

Das Werk gliedert sich in drei Teile. Der erste handelt von dem, was wir heute als Stellarastronomie und Kosmologie bezeichnen würden; der zweite, umfangreichste bringt eine kosmogonische Theorie; und der dritte schließlich befaßt sich mit den «Bewohnern der verschiedenen Planeten». Eine ziemlich lange Vorrede und ein «kurzer Abriß ... der NEWTONischen Weltwissenschaft» gehen voraus. Die verkürzte zweite Ausgabe enthält nur den ersten Teil und die erste Hälfte des zweiten, und ihnen soll auch im folgenden unser wissenschaftliches Interesse vor allem gelten. Zuvor aber wollen wir die merkwürdige Vorrede betrachten, die Kant bei der zweiten Herausgabe ebenfalls hat streichen lassen.

Die Vorrede

3. In dieser Vorrede sucht Kant zwei Einwände abzuwehren, die man vielleicht gegen seine Untersuchung erheben werde — die Einwände: die Aufgabe, die er sich mit einer Naturgeschichte nach NEWTONischen Grundsätzen gestellt habe, übersteige die Kräfte des menschlichen Verstandes; und das ganze Unterfangen sei überhaupt gottlos — die offensichtliche Ordnung, Schönheit und Zweckmäßigkeit der Natur seien, wenn man seiner Theorie folge, nicht mehr Ausfluß göttlicher Weisheit und Allmacht, sondern nur noch Wirkung blinder Naturkräfte.

Hier haben wir uns zu erinnern, welche Bedeutung zum Beispiel dem teleologischen Gedanken damals zugemessen wurde. Nicht nur im Bereiche der organischen Natur erblickte man Zweckmäßigkeit, sondern tatsächlich überall, und zwar auf den Menschen hin ausgerichtete Zweckmäßigkeit. Kant gibt im Text ein Beispiel: «Man hat schon mehrmalen es als eine der deutlichsten Proben einer gütigen Vorsorge, die vor die Menschen wacht, angeführt: daß in dem heißesten Erdstriche die See-

winde gerade zu einer solchen Zeit, da das erhitzte Erdreich am meisten ihrer Abkühlung bedarf, gleichsam gerufen über das Land streichen und es erquicken», zum Beispiel auf der Insel Jamaica. «Ohne diese erwünschte Einrichtung würde die Insel unbewohnbar sein. ... Ist dieses nicht alles schön, sind es nicht sichtbare Zwecke, die durch klüglich angewandte Mittel bewirket werden?» Mit Nachdruck wendet sich Kant gegen diese Auffassung: Die Winde seien rein physikalisch bedingte Erscheinungen, die mit Zweckmäßigkeit und Rücksichtnahme auf den Menschen überhaupt nichts zu tun hätten.

Wenn Kant sich in der Vorrede mit diesem Gedanken auseinandersetzt, so dürfen wir wohl annehmen, daß er es nicht allein aus dem äußeren Grunde tat, sich gegen den Vorwurf der Gottlosigkeit zu schützen. Denn gerade in dem im Text ausführlich erörterten Beispiel der Seewinde verknüpfen sich mehrere Gedankenfäden, die Kant immer wieder beschäftigt haben: Da ist einmal die Geographie, über die Kant in der Folgezeit mit als erster in Deutschland Universitätsvorlesungen halten sollte, und zwar nahezu fünfzigmal ein je vierstündiges Kolleg. Da ist ferner die «Theorie der Winde», die ein Jahr nach der «Allgemeinen Naturgeschichte» erscheint und in der Kant unter klarer Begründung das BUYS-BALLOTsche Windgesetz um rund ein Jahrhundert vorwegnimmt. Den Gedanken der Zweckmäßigkeit in der Natur hat Kant ein Menschenalter später in der «Kritik der Urteilskraft» gründlicher Prüfung unterzogen und zur Klärung gebracht: daß nämlich allein die kausale Betrachtungsweise die Naturerscheinungen begreifen lasse und daher nach Kräften zu verwirklichen sei; daß aber im Bereich des Organischen der Gesichtspunkt der Zweckmäßigkeit als heuristisches Prinzip unersetzlich sei. Die erste Hälfte dieser Antwort wird bereits in unserer Vorrede vorweggenommen. Und wenn Kant in ihr sagt: «Ich erkenne den ganzen Wert derjenigen Beweise, die man aus der Schönheit und vollkommener Anordnung des Weltbaues zur Bestätigung eines höchst weisen Urhebers ziehet», so heißt es von diesem «physiko-theologischen Gottesbeweis» in der «Kritik der reinen Vernunft» ein Vierteljahrhundert später, er verdiene «jederzeit mit Achtung genannt zu werden. Er ist der älteste, klarste und der gemeinen Menschenvernunft am meisten angemessene», auch wenn er nicht als eigentlicher Beweis angesehen werden darf.

Daß es aber auch hinsichtlich der Stellung in der Welt durchaus ratsam war, und noch dazu für einen jungen Mann, sich gegen den Vorwurf religiöser Freidenkerei zu schützen, das beweisen die Unannehm-

lichkeiten, in die Kant viel später als schon alter und berühmter Mann geriet, als er seine Religionsphilosophie zu veröffentlichen begann. Allerdings geschah das nicht mehr unter dem «Großmächtigsten Könige Friederich», sondern unter seinem widerlich frömmelnden Nachfolger.

Wie antwortet nun Kant auf jene hypothetischen Bedenken? — Eine solche Untersuchung schädige nicht, sondern stärke das Ansehen der Religion. Gerade darin zeige sich die Allweisheit des höchsten Wesens, daß «die Natur noch selbst im Chaos nicht anders als regelmäßig und ordentlich verfahren kann», daß «Gott in die Kräfte der Natur eine geheime Kunst gelegt hat, sich aus dem Chaos von selber zu einer vollkommenen Weltverfassung auszubilden».

Und auf den Einwand der Schwierigkeit entgegnet Kant, das Problem der Entstehung und Entwicklung der Himmelskörper sei von allen Entwicklungsproblemen auf jeden Fall am leichtesten zu lösen. Denn man habe es ja mit den einfachsten Körpern und Bewegungsformen zu tun, mit Kugeln und Kreisbahnen, und die Körper seien so weit voneinander entfernt, daß sie gegenseitig ihre Bewegungen kaum störten. Daher könne «der Ursprung der ganzen gegenwärtigen Verfassung des Weltbaus» eher «eingesehen werden, ehe die Erzeugung eines einzigen Krautes oder einer Raupe aus mechanischen Gründen deutlich und vollständig kund werden wird.» Ähnlich heißt es später in der «Kritik der Urteilskraft».

4. Ich erörtere diese Vorrede aus drei Gründen. Einmal möchte ich zeigen, wie wesentliche Fragestellungen und Gesichtspunkte der späteren eigentlichen Philosophie Kants schon in diesem frühen Werk wirksam sind. Möchte ferner zeigen, wie sich hier wissenschaftliche und philosophische Motive innig berühren, ohne doch die verschiedenen Denkweisen zu vermischen und zu verwirren — auch später wurde ja reinliche Trennung der verschiedenen Ebenen des Denkens mehr und mehr zu einem Hauptanliegen Kants. Zweifellos beseelen philosophische Antriebe sein wissenschaftliches Forschen. Sie engen es nicht ein, sondern befreien es. Wenn Kant den Gedanken der Zweckmäßigkeit in der anorganischen Natur überwindet, so gewiß nicht aus religiöser Indifferenz (wie das etwa heute der Fall wäre und wobei dann keinerlei menschliche Leistung mehr vorliegt), sondern diese Überwindung erfolgt im Gegenteil aus dem tieferen Glauben an die Vernunft. Wir meinen, daß gerade eine solche Haltung den eigentlich wissenschaftlichen Menschen ausmache.

Und drittens mögen die in der Vorrede berührten Fragen vielleicht in der Form zeitgebunden sein, aber sicherlich sind sie es nicht dem Inhalte nach. Hinsichtlich des «physiko-theologischen Gottesbeweises», hinsichtlich der Teleologie überhaupt ist das klar. Aber darüber hinaus mutet uns manches von dem, was da zur Sprache kommt, vertraut an, mag auch unsere Ausdrucksweise heute von der vor zweihundert Jahren sich erheblich unterscheiden. Setzen wir, wo es damals «Gott» hieß, «Natur» ein — und schon erkennen wir metaphysische Glaubensbekenntnisse moderner Naturforscher wieder, die aber — anders als bei Kant — als solche nicht bewußt sind und daher in unkritischer Weise als wissenschaftliche Argumente verwendet werden. «Gott ist allweise, allmächtig» usw. heißt jetzt: Die Natur ist «vernünftig», die Natur ist «einfach» und ist «schön».

Hierzu möchten wir so Stellung nehmen: Die «Vernünftigkeit» der Natur ist eine Grundvoraussetzung aller Naturforschung — und ist ein echter Glaubenssatz; denn sie kann weder bewiesen noch widerlegt werden: Wohl gelingt es, die Erscheinungen auf Gesetze zurückzuführen; aber stets gelingt es nur approximativ, stets bleibt ein rational unaufgelöster Rest, den wir in stetiger Forschungsarbeit zwar zu verkleinern suchen, aber nicht zum Verschwinden bringen können. Daß aber dieses Vorrücken möglich ist, dürfen wir zwar nicht als objektiv gültige, wohl aber als hinreichende allgemein-subjektive Rechtfertigung unseres Glaubens ansehen — der Glaube an die Vernünftigkeit der Natur ist selbst vernünftig. Er besagt jedoch nur die Existenz rationaler Naturgesetzlichkeit überhaupt; sagt jedoch gar nichts über ihre Art und liefert also allein keinerlei Entscheidung zwischen zwei gleichviel leistenden theoretischen Interpretationen desselben Erfahrungskomplexes. Hiergegen verstoßen wohl manche Berufungen auf die «Vernünftigkeit der Natur».

Diesem Mangel, daß die formale «Vernünftigkeit» kein Kriterium für die Praxis des Forschens liefert, sollen dann die Gesichtspunkte von «Schönheit» und «Einfachheit» abhelfen. So kann man zum Beispiel lesen: Erst in der fünf-dimensionalen projektiven Formulierung der Relativitätstheorie komme deren mathematische Schönheit voll zur Geltung, und deshalb sei diese Formulierung gegenüber der vier-dimensionalen als die eigentlich wahre anzusehen. — Gegen ein solches Einschleichen metaphysischer Gesichtspunkte in die Praxis der Forschung wenden wir uns mit Entschiedenheit. Zwar meinen wir, daß alle echte Forschung dem metaphysischen Bedürfnis des Menschen entspringt und allein von ihm aus gerechtfertigt wird. So ist das Erlebnis der Schönheit

in Naturerscheinung und Naturgesetz zweifellos ein wesentlicher Antrieb zur Forschung und die Entdeckung neuer Schönheit eines ihrer wesentlichen Ziele. Aber Schönheit ist nicht Kriterium der Wahrheit. Erst einmal muß die Wahrheit einer Erkenntnis überzeugend dargetan sein, ehe wir uns ihrer Schönheit erfreuen dürfen. — Von zwei gleichviel leistenden Naturdeutungen darf ich allerdings die schönere bevorzugen, ohne daß es aber deswegen erlaubt wäre, die andere zu verwerfen.

Daß schließlich die Natur überall und im ganzen einfach sei, wird so leicht niemand behaupten, der das zu erforschen unternimmt, was ursprünglich als «natura» bezeichnet wurde: das, was im Begriff ist, geboren zu werden, das Werdende, das Konkret-Gegebene. Beim künstlich isolierenden Laboratoriumsversuch mag es des öfteren Einfachheit geben, denn er ist auf Einfachheit angelegt. «In der Natur» dagegen sind zwar nicht immer, aber oft die Erscheinungen komplex. Als relativ einfach mögen manche Elementargesetze des Anorganischen erscheinen. Im übrigen ist «Einfachheit» primär keine Aussage über das Objektiv-Gegebene, sondern ist allgemein-subjektiv ein regulatives Prinzip der Forschung. Es besagt: Unter zwei Beschreibungen oder Deutungen, unter zwei Erklärungen, die in empirischer Hinsicht dasselbe leisten, wähle ich diejenige, bei der ich den Verstand weniger anstrengen muß. — Wir erkennen also MACHS «Ökonomie des Denkens» als methodischen Leitfaden der Forschung an, aber gar nicht etwa als ihr Ziel. (Dann nämlich wäre es zweifellos am denk-ökonomischsten, gar nichts zu tun.)

Erst sekundär erhebt sich die schon berührte Frage, ob es auch objektive Einfachheit gebe. Da ist meines Erachtens zu antworten: Es gibt sie, aber nicht eindeutig und nicht durchgängig. Die Schwierigkeitsgrade sind in der Natur gleichsam nach einem Zufallsgesetz verteilt und jedenfalls ohne Rücksicht auf die Leistungsfähigkeit unseres Verstandes. Im übrigen hängt der Grad der Einfachheit von der Beobachtungsgenauigkeit ab — je schlechter wir beobachten, um so einfacher erscheinen uns die Dinge.

Aus dieser Tatsache ergibt sich unmittelbar ein zweiter methodischer Forschungsgrundsatz: Am Anfang einer Forschungsreihe dürfen wir nicht zu genau beobachten, weil wir sonst für die theoretische Durchdringung überhaupt keinen Ansatzpunkt fänden. Unbewußt und notgedrungen ist die Wissenschaft in ihrer geschichtlichen Entwicklung dieser Maxime immer gefolgt. Ja auch die Entwicklung des menschlichen Verstandes in vorgeschichtlicher Zeit erscheint, wie NIETZSCHE bemerkt hat, nur unter dieser Richtschnur als möglich: Hätte der Mensch von

Anfang an scharf hingeblickt, er hätte vor lauter Individuen keine Gattungen gesehen und hätte also auch keine Gattungsbegriffe bilden können. —

Kant suchte dem Einwurf, was er vorhabe, sei für uns Menschen viel zu schwierig, mit der Antwort zu begegnen: Sein Vorhaben sei im Gegenteil verhältnismäßig sehr leicht. — Damit hat er zwar an sich recht, trifft aber gar nicht den von ihm selbst erhobenen Einwand — auch was relativ leicht ist, kann absolut immer noch sehr schwer sein und für uns, als Einzelne wie als Gattung, zu schwer. Er hätte vielleicht eher sagen sollen: Die Nachforschung nach Entwicklung und Ursprung des Universums ist ein unabweisbares Bedürfnis im Menschen; in dem, was wir wissen, gibt es Hinweise, daß der Versuch einer Kosmogonie vielleicht nicht völlig hoffnungslos ist; das Unternehmen ist daher sinnvoll, und ob es glücken wird, kann nur der Versuch zeigen.

Wir wenden uns nun also der Durchführung dieses Versuches zu.

Kosmologie

5. Kant entwickelt etwa den folgenden Gedankengang:

Das Band der Milchstraße zieht sich über den ganzen Himmel längs eines Großkreises hin. Es besteht aus außerordentlich vielen Einzelsternen, die in der Himmelskugel so dicht stehen, daß ihr Licht für das bloße Auge verschwimmt. Auch die Sterne außerhalb des Milchstraßenbandes sind zu ihm hin konzentriert. Aus all dem folgt, daß die Fixsterne im Raum eine stark abgeflachte Konfiguration bilden, in deren Innern sich die Sonne befindet.

Infolge der allgemeinen Gravitation müßte das System zusammenfallen, wenn die Anziehungskräfte nicht durch Zentrifugalkräfte kompensiert würden. Es muß daher im Milchstraßensystem «Umlaufsbewegungen» geben. Beim Planetensystem hängt nun die abgeflachte Gestalt mit den Umlaufsbewegungen um einen allgemeinen Mittelpunkt ursächlich zusammen. In Analogie hierzu ist aus der abgeflachten Gestalt des Milchstraßensystems zu entnehmen, daß die Fixsterne ein gemeinsames Zentrum umlaufen. Daß man trotzdem Veränderungen in den relativen Stellungen der Sterne zueinander noch nicht hat beobachten können, liegt daran, daß die Winkeländerungen wegen der großen Entfernungen sehr klein sind. Wenn einmal über hinreichend große Zeiträume Beobachtungen vorliegen werden, wird man seitliche Bewegungen feststellen können.

Wie wird nun ein solches System wie das der Milchstraße aussehen, wenn man es von außen betrachtet und aus einer so großen Entfernung, daß man die einzelnen Sterne nicht mehr unterscheiden kann? — Es wird «unter einem kleinen Winkel als ein mit schwachem Lichte erleuchtetes Räumchen erscheinen, dessen Figur zirkelrund sein wird, wenn seine Fläche sich dem Auge geradezu darbietet, und elliptisch, wenn es von der Seite gesehen wird».

Gibt es nun solche Erscheinungen in der Natur? — Jawohl, die nebligen Sterne sind es, die Herr von MAUPERTUIS für erstaunlich große rotierende Himmelskörper hält. Seine Deutung kann jedoch nicht zutreffen — die zweifellos sehr großen Entfernungen dieser hypothetischen Sterne, daher ihre außerordentliche Größe und dabei das schwache, stumpfe Licht wollen sich nicht recht in einer Vorstellung vereinigen lassen. «Weit natürlicher und begreiflicher ist es, daß es nicht einzelne so große Sterne, sondern Systemata von vielen sind, deren Entfernung sie in einem so engen Raume darstellt, daß das Licht, welches von jedem derselben einzeln unmerklich ist, bei ihrer unermeßlichen Menge in einen einförmigen blassen Schimmer ausschlägt ... Alles stimmt vollkommen überein, diese elliptischen Figuren für eben dergleichen Weltordnungen und, so zu reden, Milchstraßen zu halten, deren Verfassung wir eben entwickelt haben.»

Nachdem Kant so an Hand von Analogien vom Sonnensystem zu unserem Milchstraßensystem und von diesem zu den Milchstraßensystemen aufgestiegen ist, deutet er noch einen letzten Schritt an, ohne ihn allerdings auszuführen: «Man könnte noch mutmaßen, daß eben diese höheren Weltordnungen nicht ohne Beziehungen gegeneinander seien und durch dieses gegenseitige Verhältnis wiederum ein noch unermeßlicheres System ausmachen. In der Tat sieht man, daß die elliptischen Figuren dieser Arten nebliger Sterne ... eine sehr nahe Beziehung auf den Plan der Milchstraße haben. Es steht hier ein weites Feld zu entdecken offen, wozu die Beobachtung den Schlüssel geben muß.»

6. In diesem ersten Teil seiner Arbeit stimmt Kant mit WRIGHT ziemlich überein. Wenn ein moderner Autor hier urteilt, es handle sich um «philosophische Spekulationen», so darf man vermuten, daß er zum mindesten den Kantischen Text nicht kennt. HUBBLE nennt «einige der Kantschen Bemerkungen über seine Theorie ein großartiges Beispiel für vernünftige, nur auf dem Prinzip der Einheitlichkeit in der Natur beruhende Gedankengänge».

Wir schließen uns diesem Urteil an. Die Klarheit, die Vernünftigkeit dieses Denkens erscheint uns als beispielhaft — und dürfte auch in der modernen Wissenschaft nicht so überaus oft verwirklicht sein. Wollte man «Spekulation» dieser Art aus der Naturwissenschaft ausschließen, so bliebe von ihr vermutlich nicht allzu viel übrig. Übrigens erscheinen — wenigstens uns heute — jene Gedankengänge so naheliegend und einfach, daß es eigentlich erstaunlich ist, daß sie nicht schon viel früher gefunden worden sind.

Die moderne Forschung hat die meisten von Kants Schlußfolgerungen als richtig erwiesen — wenigstens sofern sie das Milchstraßensystem und die nebligen Sterne betreffen, zum größeren Teil erst in diesem Jahrhundert. So gelang es HUBBLE erst 1926, eine größere Anzahl von Nebelflecken wenigstens in den äußeren Partien in Einzelsterne aufzulösen. Über die Ordnung im System der Sternsysteme macht Kant nur die vorhin zitierte Andeutung. Hätte er mehr gesagt, so wäre es sicherlich falsch gewesen. Die interstellare Materie der Milchstraßenebene (von der Kant nichts wissen konnte) täuscht nämlich eine Auszeichnung dieser Ebene auch im Reich der Sternsysteme vor, indem sie die Aussicht auf die zu ihr benachbarten Systeme verdeckt. Ob das System der Sternsysteme tatsächlich eine besondere Ordnung, etwa eine Orientierung zu einer ausgezeichneten Ebene erkennen lasse, ist eine heute noch unentschiedene Streitfrage.

Im übrigen kann es wohl kaum einem Zweifel unterliegen, daß so manche Tatsache (wie zum Beispiel die Rotation der Milchstraße) eher entdeckt worden wäre, wenn die Astronomen sich für Kants Buch ein wenig mehr interessiert hätten. Denn, wie er sagt, «wenn man die Teile der Natur nach Absichten und einem entdeckten Entwurfe betrachtet, so eröffnen sich gewisse Eigenschaften, die sonst übersehen werden und verborgen bleiben, wenn sich die Beobachtung ohne Anleitung auf alle Gegenstände zerstreuet».

Kosmogonie

7. Wir wenden uns nun dem umfangreichsten und naturwissenschaftlich originalsten Teiles des Buches zu, dem kosmogonischen. Ich gebe zunächst Kants Grundgedanken wieder.

Die Übereinstimmung der Bahn- und Äquatorebenen im Sonnensystem, die gemeinsamen Umlaufs- und Rotationsrichtungen der Planeten und Monde bzw. auch der Sonne müssen eine «materialische Ursache» gehabt

haben. Andererseits sei erwiesenermaßen der Raum zwischen den Himmelskörpern «vollkommen leer und aller Materie beraubt». NEWTON habe hieraus gefolgert, «die unmittelbare Hand Gottes habe diese Anordnung ohne die Anwendung der Kräfte der Natur ausgerichtet». Kant schließt aus denselben beiden Beobachtungsbefunden: Wenn der Raum zwischen den Planeten jetzt leer ist, so «muß er ehemals anders beschaffen und mit genugsam vermögender Materie erfüllet gewesen sein, die Bewegung auf alle darin befindliche Himmelskörper zu übertragen und sie mit der ihrigen, folglich aller untereinander einstimmig zu machen; und nachdem die Anziehung besagte Räume gereinigt und aller ausgebreitete Materie in besondere Klumpen versammlet, so müssen die Planeten nunmehro mit der einmal eingedrückten Bewegung ihre Umläufe in einem nicht widerstehenden Raume frei und unverändert fortsetzen.»

«Ich nehme an, daß alle Materie, daraus die ... Planeten und Kometen bestehen, im Anfang aller Dinge in ihre elementarische Grundstoffe aufgelöset den ganzen Raum des Weltgebäudes erfüllet haben, darin jetzo diese gebildete Körper herumlaufen. Dieser Zustand der Natur ... scheint nur der einfachste zu sein, der auf das Nichts folgen kann. Damals hatte sich noch nichts gebildet ... Die Natur, die unmittelbar mit der Schöpfung grenzete, war so roh, so ungebildet, als möglich.»

Die elementarischen Grundstoffe unterscheiden sich durch ihre Dichte. Die verschiedenen Elemente werden in dem Anfangschaos etwa gleichförmig verteilt sein, die schwereren in schwächerer Konzentration als die leichteren. Die schweren Teilchen ziehen die leichteren ihrer Umgebung an. Der Gravitation wirkt eine rückstoßende Kraft zwischen den Partikeln entgegen, bei der Kant offensichtlich an den Gasdruck denkt. Aus dem Zusammenwirken beider Kräfte versucht er nun die Entstehung der Rotation zu erklären. Mit ihr treten dann Fliehkräfte auf, die die Nebelwolke stark abplatten, und nun beginnen Sonne und Planeten sich zu bilden.

Die Einzelheiten des Textes sind bei diesen letzten beiden Phasen nicht leicht zu verstehen. Wir übergehen sie. Der hier einsetzende Mangel an Klarheit in Kants Darstellung ist gewiß nicht zufällig. Denn in der Tat liegen hier die schwachen Stellen seines Entwurfs.

8. Nachdem Kant den Grundgedanken entwickelt hat, sucht er von ihm aus eine Fülle von Einzelheiten im Sonnensystem zu verstehen; zum Beispiel die Massenverteilung der Planeten, ihre Dichten, die Exzentritäten ihrer Bahnen, den Ursprung der Kometen und Monde, deren Anzahl

usw. Keineswegs in allen kosmogonischen Hypothesen sind so viele Einzelheiten überdacht worden wie in dieser.

Der Saturnring besteht aus festen Partikeln, die sich voneinander unabhängig auf Kreisbahnen um den Planten bewegen. Dessen Gravitationskraft und die Zentrifugalkraft der Bewegung halten sich das Gleichgewicht. Hieraus berechnet Kant eine Umlaufszeit für den inneren Rand des Ringes zu rund zehn Stunden. 35 Jahre später erlebt er die Genugtuung, daß HERSCHEL durch Beobachtung denselben Wert feststellt.

Für eine zweite Einzelleistung Kants von bleibendem Wert, für die Erklärung der «gebundenen Rotation» des Erdmondes, findet sich im Text nur ein kurzer Hinweis auf die entsprechende frühere Veröffentlichung. Kant hat dort die Tatsache, daß der Mond der Erde ständig dieselbe Seite zukehrt, durch die Flutwirkung erklärt, welche die Erde durch ihre Anziehungskraft auf die Mondmaterie ausübte, als diese noch glühend-flüssig war. Umgekehrt wird auch das vom Mond bewirkte Spiel von Ebbe und Flut der irdischen Meere die Rotation der Erde allmählich verlangsamen und immer mehr dem Mondumlauf anpassen. — Auch diese Voraussage konnte inzwischen empirisch bestätigt werden.

Kant dehnt seine Grundvorstellung noch weiter aus. Da es sich ja in ihr um das Zusammenspiel der allgemeinsten kosmischen Kräfte handelt, gilt sie nicht bloß für dieses eine Sonnensystem, sondern alle Fixsterne haben eine ähnliche Entwicklung durchlaufen und sind Mittelpunkte von ähnlichen Systemen. Ja auch die Sternsysteme und das Übersystem der Sternsysteme entwickeln sich in analoger Weise. Diese Entwicklungen setzen nacheinander ein, indem sich der Anstoß zu ihnen stetig im Raum ausbreitet. «Die Schöpfung ist nicht das Werk von einem Augenblick . . ., sondern die ganze Folge der Ewigkeit hindurch wirksam.»

Endlich entwickelt Kant noch die Vorstellung, daß die Systeme altern und durch schließlichen Sturz der Planeten in die Zentralgestirne untergehen. Die Katastrophe bewirkt die Rückkehr zum Anfangszustand, und das Spiel beginnt von neuem. Im Universum läuft dieser Prozeß von Geburt, Heranwachsen und Altern, Tod und Wiedergeburt ungezählte Male gleichzeitig in den verschiedensten Phasen ab — die Entwicklung des Einzelnen ist umfangen von dem gleichbleibenden Sein des Ganzen. Doch hier beginnt nun Kant zweifellos seiner Phantasie allzu freien Lauf zu lassen, und wir brechen daher unseren Bericht ab.

9. Mit dem Worte «Phantasie» soeben haben wir bereits die Quelle genannt, aus der Kant seine Vorstellungen schöpft. Freilich handelt es sich

bei ihr nicht um zusammenhanglose beliebige Einzeleinfälle, sondern um jene geordnete und kritisch kontrollierte konstruktive Phantasie, ohne welche die Wissenschaft sehr schnell zu geistlosem Konstatieren gleichgültiger Tatsachen oder vielmehr gleichgültiger Sinneseindrücke verflachen würde. (Denn nahezu jede naturwissenschaftliche «Tatsache» ist ja schon eine Theorie.) Zusammenschau einer Fülle sorgfältig gesammelter Einzelheiten zu einem einzigen, einfachen, anschaulich-begrifflichen Zusammenhange, überhaupt die Anschaulichkeit des Denkens, und selbstkritisches Bewußtsein im Methodischen — das scheinen uns die Stärken in Kants naturwissenschaftlichem Denken zu sein.

Seine Schwächen liegen im Mathematischen (soweit es überhaupt zur Anwendung kommt), aber auch in den physikalischen Grundvorstellungen und -begriffen. Zum Beispiel wird nicht recht klar, was Kant mit den elementarischen Grundstoffen meint. Welchen Agregatzustand spricht er seiner Urmaterie zu? Ist sie fest (d. h. staubförmig) oder gasförmig? Für beide Möglichkeiten findet man im Text Hinweise.

Ferner spielt des öfteren in Kants Überlegungen die Massendichte der Partikel eine Rolle, die ihr nicht zukommt. An ihrer Stelle wäre oft die Masse der Teilchen zu verwenden. Allerdings mag da noch NEWTONS unglückliche Definition der Masse nachwirken. Auch NEWTON sah ja die Dichte als physikalische Grundgegebenheit an und erklärte die Masse als Produkt aus Dichte und Volumen.

Daß die anfänglich ruhende Materie im Lauf der Zeit zu rotieren beginnt, ist nach dem Satze von der Erhaltung des Rotationsmoments unmöglich: Da dieses im Anfange Null war, so bleibt es auch Null für alle Zeiten. Allerdings ist es nicht recht zu verstehen, wenn gerade dieser Irrtum Kants zum Anlaß genommen wurde (zum Beispiel auch von POINCARÉ), seine Hypothese überhaupt zu verwerfen. Denn eine winzige, sich auf wenige Zeilen des Textes erstreckende Korrektur bringt das Ganze in Ordnung: Man hat nur dem Urnebel ein Rotationsmoment zuzuschreiben, was mit den neueren Beobachtungen an Nebelwolken auch durchaus vereinbar ist.

Ernstliche Schwierigkeiten dagegen bereiten die Bildung der Planeten und Monde sowie die Richtung ihrer Rotation. Kant ist sich darüber im klaren, daß die schweren Partikel zu kleine Massen besitzen, als daß sie durch ihre Gravitation die benachbarte Materie wirksam genug einzufangen vermögen. In einer kurzen Fußnote beruft er sich auf «den Zusammenlauf einiger Elemente, die sich durch die gewöhnlichen Gesetze des Zusammenhanges vereinigen», ohne auf diesen Punkt näher

einzugehen. Was gemeint ist, wird mir wenigstens nicht restlos klar; vielleicht ist an Kondensation oder an unelastische Stöße fester Partikel zu denken. Aber auch abgesehen hiervon bleibt der Übergang von der weit ausgebreiteten Urmaterie zu einer begrenzten Zahl diskreter, weit voneinander entfernter Körper dunkel. — Wenn ferner die Partikel, aus denen sich die Planeten aufgebaut haben, sich nach den Keplerschen Gesetzen um den Zentralkörper bewegten, so sollten die Planeten in entgegengesetztem Sinn zur Umlaufsrichtung rotieren und nicht im selben, wie sie tatsächlich tun.

Man hat in neuerer Zeit die Kantische Kosmogonie modernisiert, indem man neu entdeckte astronomische Tatsachen, neu entdeckte physikalische Gesetzmäßigkeiten berücksichtigte und nach Möglichkeit die qualitativen Schlüsse quantitativ unterbaute. Jedoch sind jene Schwierigkeiten, die Bildung der Planeten und die Richtung ihrer Rotation zu erklären, nicht wirklich überzeugend behoben worden. Aber auch die anderen kosmogonischen Theorien älteren wie neuesten Datums stoßen auf bisher unüberwundene Schwierigkeiten ähnlicher Art. Überspitzt könnte man sagen: Naturwissenschaftlich gesehen dürfte das Sonnensystem, so wie es ist, gar nicht existieren. Und dabei haben wir nur die einfachsten Grundtatsachen im Sonnensystem ins Auge gefaßt. Dazu kommen noch die vielen Einzelheiten zum Beispiel über die Planeten und Monde, die in den letzten Jahrzehnten bekannt geworden sind und die alle erklärt sein wollen. Bezieht man sie in die Aufgabe mit ein, so könnte sie fast als hoffnungslos erscheinen. Jedenfalls ist von Kants vermeintlicher Einfachheit des Problems nicht viel übrig geblieben.

Und doch drängt sich aus der Vergegenwärtigung der Grundtatsachen auch heute noch immer wieder die Vorstellung einer stetigen inneren Entwicklung des Sonnensystems auf — von einem chaotischen Anfangszustand zu seiner gegenwärtigen Ordnung. So ist jene Vorstellung bis heute keineswegs durch eine eindeutig bessere ersetzt worden, sondern gehört noch immer zu denjenigen Ansätzen, die in erster Linie für eine Erklärung in Frage zu kommen scheinen.

Wir haben soeben gesagt: chaotischer Anfangszustand. Kant spricht sogar vom Anfang aller Dinge, und offensichtlich versteht er diesen Ausdruck wörtlich, denn auch von der Schöpfung ist die Rede. Hier liegen also keinerlei Anzeichen für die spätere Kritische Philosophie vor, die einen solchen Gedanken — noch dazu in naturwissenschaftlichem Zusammenhange — zurückweisen würde: Weder die Vorstellung, daß die

Welt in der Zeit einen Anfang habe noch die entgegengesetzte Vorstellung, daß sie einen solchen Anfang nicht habe, sind wirklich vollziehbar.

Wir also haben diesen Anfang relativ zu verstehen, zum Beispiel so: Anfang der Entwicklung einer Nebelwolke zu einem Planetensystem. Solche Nebelwolken gibt es im Milchstraßensystem zahlreich, und sie bestehen aus Gas und Staub. Allerdings stoßen wir dann noch auf weitere Schwierigkeiten; zum Beispiel: Wodurch wird denn die Entwicklung ausgelöst? Und woher stammen die schwereren chemischen Elemente, ohne die ein Stern wie die Sonne gar nicht leuchten könnte? Da die Massen der Atome ganzzahlig sind, so verlangt es doch die «Einfachheit» anzunehmen, daß sie sich aus Elementarpartikeln aufgebaut hätten, und zwar vor der Entstehung der Fixsterne. Dazu gehören aber zum Beispiel sehr hohe Temperaturen, wie sie die Nebelwolken gewiß nicht besitzen.

Auch bei Kant taucht in ähnlichem Zusammenhange das Argument der Einfachheit in objektiver Fassung auf: Das Chaos sei der einfachste Zustand nach dem Nichts. Wir haben zwar einen großen inneren Hang, solchen Argumenten recht zu geben; aber wir können sie keineswegs wirklich rechtfertigen — «Einfachheit» ist und bleibt eine allgemeinsubjektive methodische Maxime ohne verläßliche objektive Geltung. Und im vorliegenden Falle, wo in der Gegenüberstellung von Nichts und Etwas das Prinzip der immanenten Kausalität durchbrochen wird, besitzt jener Gedanke ganz gewiß keine objektive Geltung.

Glücklicherweise können wir uns hier auf die Erfahrung berufen, nämlich auf die Existenz der Nebelwolken. In ihnen könnte man versuchsweise die Urmaterie von Planetensystemen erblicken, ohne daß man zunächst einmal deren Herkunft weiter nachzuforschen braucht.

Die Frage, wodurch denn die Entwicklung ausgelöst werde, kann dann befriedigend zum Beispiel so beantwortet werden: Ein isolierter Fixstern, die schon mehr oder minder fertige Sonne, passiert eine Nebelwolke und erzeugt sich aus ihr ein Planetensystem. Aber auch diese (ja ziemlich erhebliche) Modifikation der Kantischen Hypothese wird mit den anderen genannten Schwierigkeiten (Bildung und Rotation der Planeten) nicht überzeugend fertig. Es läuft immer wieder darauf hinaus, daß die Körper und Bewegungen, deren Entstehung erklärt werden soll, wenigstens keimhaft schon gegeben sein müssen, wenn die Mechanismen wirksam sein sollen.

Die Einwohner der verschiedenen Planeten

10. Wir sprechen nun von dem kurzen letzten Teil des Kantischen Buches, der von den Bewohnern der verschiedenen Planeten handelt. Merkwürdigerweise ist Kant aus Analogiegründen ohne weiteres davon überzeugt, daß auch die meisten anderen Planeten bewohnt sind oder später einmal bewohnt sein werden. In diesem ganzen Abschnitt ist er in methodischer Hinsicht wenig kritisch und daher in der Tat unwissenschaftlich.

Sein Hauptinteresse gilt der Frage, welche geistigen Eigenschaften diese Vernunftwesen auf den anderen Planeten wohl besitzen mögen. Dabei leitet ihn der Gesichtspunkt, daß die geistigen Qualitäten durch die Art des Leibes wesentlich bestimmt sein werden und der Leib durch die Art der Materie, aus der er gebildet wird. Da sich nun die Art der Materie der kosmogonischen Theorie gemäß von Planet zu Planet in gesetzmäßiger Weise ändert, so auch die Art der Vernunftwesen, die diese Himmelskörper bewohnen. Wir brauchen auf diese Dinge nicht näher einzugehen. Immerhin erscheinen zwei Gedanken als bemerkenswert: die Universalität der Vernunft ihrer Art nach, und ihre Bedingtheit von Leib und Materie hinsichtlich des Grades ihrer Verwirklichung. Ein Vierteljahrhundert später wird Kant den Glauben an die objektive Universalität zu der Erkenntnis korrigieren, daß wir uns nur eine einzige Art von Vernunft vorzustellen vermögen, nämlich unsere eigene, und mehr können wir nicht sagen.

Wenn wir nun auch Kants Antwort und die Art seiner Argumentation verwerfen, so doch keineswegs seine Frage. Allerdings ist es noch gar nicht so lange her, daß man die Frage, ob es auf andern Himmelskörpern Lebewesen und gar Menschen gebe oder wenigstens geben könne, — daß man diese Frage ein wenig von oben herab als «unwissenschaftlich» abtat. Darüber sind wir heute hinaus, und das ist sicherlich ein Gewinn an echter Wissenschaftlichkeit. Denn wissenschaftliche Haltung ist jeder vernünftigen und wesentlichen Frage gegenüber aufgeschlossen; und die Frage, ob dieses irdische Menschengeschlecht im Weltall eine einzigartige Ausnahmeerscheinung sei oder nur eine Verwirklichung des Geistes unter einigen oder vielen anderen, — diese Frage wird wohl jeder nachdenkende Mensch als vernünftig und wesentlich anerkennen.

Ohne weiteres können wir einsehen, daß wenigstens die höher organisierten Lebewesen der uns bekannten Art (und von anderen können wir gar nicht sprechen) im Weltraum nicht allzu häufig vorkommen werden. Denn all diese Organismen sind an das Vorkommen von flüssigem Was-

ser gebunden und überhaupt an Temperaturen, die innerhalb eines (in kosmischen Maßstäben) sehr schmalen Intervalls liegen. Solche Temperaturen werden nur in Ausnahmefällen anzutreffen sein.

Dazu treten noch weitere Bedingungen. Vor allem muß eine geeignete Atmosphäre vorhanden sein. Soweit wir sehen können, käme hiernach unter den Körpern des Sonnensystems allein noch Mars als Träger organischen Lebens in Betracht. Manche Teile der Marsoberfläche wechseln mit der Jahreszeit Farbe und Helligkeit. Diese Erscheinung ist mit der Existenz einer Vegetation in Verbindung gebracht worden — ob zu Recht oder zu Unrecht, kann heute noch nicht entschieden werden. Die Temperaturen dürften bestenfalls denen in Nordsibirien entsprechen, jedoch bei starken täglichen Schwankungen bis zu über 100 ° C. Die Durchschnittstemperatur der Erde beträgt + 14 ° C, die des Mars — 15 ° C. Seine Atmosphäre enthält Sauerstoff und Wasserdampf, dürfte aber auf dem Boden so dünn sein wie bei uns in etwa 20 km Höhe. Daß höheres Leben unter diesen Bedingungen gedeihen könne, ist unwahrscheinlich. Und wie empfindlich insbesondere der Mensch von der Temperatur abhängt, gerade auch in der Entfaltung seiner geistigen Kräfte, davon überzeugt uns ein Blick auf den Globus: Die Gebiete nahezu aller Hochkulturen liegen innerhalb eines schmalen Gürtels von mäßig warmem Klima, der sich um den ganzen Erdball herumzieht.

Ob die anderen Fixsterne Planetensysteme besitzen und mit welcher Häufigkeit, vermögen wir allgemein nicht zu beantworten. Nur in einem einzigen Falle gibt uns die Beobachtung einen kleinen Hinweis: Der Stern 61 im Schwan (an dem vor mehr als hundert Jahren zum ersten Male die Entfernung eines Fixsterns bestimmt wurde) besteht aus zwei Sonnen, die sich in Kepler-Ellipsen umeinander bewegen. 1942 wurde nun entdeckt, daß ihre Relativbewegungen nicht genau elliptisch sind, sondern von einer schnellen Oszillation mit sehr kleiner Amplitude überlagert werden. Das ist so zu deuten: Einer der beiden Partner besteht wieder aus zwei dicht benachbarten Komponenten, die einander umkreisen. Aber nur eine von ihnen ist sichtbar. Für die unsichtbare Komponente hat man aus den Daten der Bewegung die Masse abschätzen können. Sie ergibt sich zu etwa $^1/_{60}$ Sonnenmasse, das ist rund das 17fache der Masse des Jupiters. So wird man diesen Begleiter der ganz normalen hellen Komponente wohl eher als Planeten denn als Fixstern ansprechen.

Sonst wissen wir über das Vorkommen von Planeten nichts. Nach Kants Hypothese besitzt jeder Fixstern sein Planetensystem; nach anderen Theorien ist das Sonnensystem ein ganz singulärer Fall im Weltall

oder wenigstens im Milchstraßensystem; für alle möglichen Häufigkeitsgrade dazwischen gibt es auch Hypothesen. Da sie alle irgendwo versagen, können wir uns auf keine berufen.

Hier mag noch eine methodologische Anmerkung zur Kosmogonie beigefügt werden: Gegen die Hypothesen, nach denen die Entstehung eines Planetensystems ein ganz seltenes Ausnahmeereignis ist, kann man nicht die Unwahrscheinlichkeit ins Feld führen. Nahezu jede Tatsache in der Welt ist völlig unwahrscheinlich. Daß zum Beispiel gerade im Jahre 1755 gerade ein angehender Privatdozent gerade mit dem Vornamen Immanuel gerade in der Stadt Königsberg ein Buch gerade mit dem Titel «Allgemeine Naturgeschichte» usw. veröffentlichen sollte: das alles zusammen besitzt eine Wahrscheinlichkeit, die praktisch Null ist. Aber es ist eine Tatsache. Auch die Existenz unseres Planetensystems ist eine Tatsache. Die Wahrscheinlichkeit, mit der sie verwirklicht worden ist, spielt daher bei der Bewertung der kosmogonischen Hypothesen keine Rolle mehr.

III. Die Bedeutung des Buches

11. Daß wir von dem Kantischen Buche etwas genauer Kenntnis genommen haben, als es bei alten naturwissenschaftlichen Werken sonst üblich ist, möchten wir zunächst einmal mit dem Wiederaufleben des kosmogonischen Interesses in der Gegenwart rechtfertigen. Es gibt moderne Autoren, die sich ausdrücklich auf Kant beziehen. Und mehr und mehr wird deutlich: Geschichte des Universums — das ist die eigentliche Idee der Astronomie.

Mögen nun Kants kosmogonische Gedankengänge richtig oder falsch sein, auf jeden Fall besitzen sie — genau so gut wie seine Kosmologie — erheblichen heuristischen Wert, indem sie einen Leitfaden zu methodischer Einzelforschung abgeben. Kant wußte und sagte das. Aber praktisch kein Astronom kümmerte sich darum — zum Nachteil der Wissenschaft. Zwei der Voraussagen Kants befinden sich erst heute in Prüfung, aber wiederum ohne Kenntnisnahme von seinem Werke, ohne jenes theoretisch-methodische Vorgehen, wie er es verstand und empfahl — und wie es in der Tat zum unentbehrlichen Rüstzeug der Wissenschaft gehört.

Die eine Vermutung haben wir bereits erwähnt; daß auch das System der Sternensysteme irgendeine bestimmte Struktur besitze. Der andere

Gedanke ist eine Vorwegnahme und kosmische Erweiterung des Aktualitätsprinzips der Geologie: In Vergangenheit und Gegenwart wirken dieselben Kräfte und spielen sich die gleichen Vorgänge ab. Daher sollten sich auch jetzt noch Sonnen aus Nebelwolken bilden. Und in der Tat hat man neuerdings Gebilde entdeckt, die man als Zwischenstufen zwischen Nebel und Stern ansprechen möchte.

Solche Entdeckungen werden in der Astronomie heute gewöhnlich mittelst der Herschelschen Methode des systematischen und sorgfältigen Absuchens gemacht. Auch sie gehört zum unentbehrlichen Rüstzeug der Wissenschaft. Die größte Fruchtbarkeit ersteht aber aus dem Wechselspiel von Beobachtung und theoretischem Entwurf. Das wissen wir zwar alle; aber wir tun es nicht alle. So mag es vielleicht doch nicht überflüssig sein, daran zu erinnern.

12. Jede Vergegenwärtigung der Geschichte der Forschung, insbesondern jede Lektüre eines Klassikers, kann uns helfen, unsere Stellung der Wissenschaft gegenüber zu klären. Erlauben Sie mir, unter diesem Gesichtspunkt zur äußeren Geschichte des Kantischen Werkes ein paar Anmerkungen zu machen.

Die erste betrifft die Tatsache, daß das Werk von der Fachwissenschaft mehr als anderthalb Jahrhunderte lang im ganzen kaum beachtet — ja mehr noch: daß seine Fragestellung, die nach der Entwicklungsgeschichte des Universums, kaum als legitim anerkannt wurde. Gar leicht galt wohl die Frage und leicht gilt auch heute noch die Methode als «unwissenschaftlich», als «Spekulation». Der wirkliche Grund für die Interesselosigkeit des vorigen Jahrhunderts dürfte gewesen sein, daß die geistigen Kräfte der Astronomie noch durch andere, durch mehr vordergründige Aufgaben der Weltbeschreibung gebunden waren. Das sollte uns hellhörig machen: ob nicht Ähnliches auch heute noch bei uns vorkommen könnte? Sehr schnell haben wir Schlagworte wie jene genannten oder gar wie «Aktualität» zur Hand, um Ungewohntes, Lästiges, der Mode nicht Entsprechendes beiseite zu schieben. Wissenschaft wird vor allem durch Wissenschaftlichkeit konstituiert, und diese ist nichts anderes als das Wissenwollen des jeweils einzelnen Menschen in und aus freier Vernunft, die allein sich selbst zum Maßstab hat. Was Wissenschaft ist, wird weder durch die Modeströmungen des Tages noch durch den geistigen oder gar den materiellen Kräftehaushalt des Zeitalters bestimmt.

Wäre Kants Name nicht durch sein philosophisches Werk unvergeßlich geworden, so hätte seine bedeutende naturwissenschaftliche Lei-

stung leich verloren gehen können. Allerdings ist eine naturwissenschaftliche Leistung niemals so unersetzlich wie zum Beispiel ein philosophisches Werk. Kants astronomische Gedanken sind wenn auch nicht in genau derselben, so doch in ähnlicher Weise auch von anderen Menschen entwickelt worden; eine «Kritik der Verunft» aber wurde nur einmal gedacht.

Meine zweite Bemerkung betrifft die zunehmende Beschleunigung der naturwissenschaftlichen Forschung innerhalb der letzten beiden Jahrhunderte, die sich auch in der Geschichte dieses einzelnen Werkes so deutlich widerspiegelt. Was mögen die Gründe für diese Erscheinung sein? Einer ist gewiß die schnelle Zunahme der Bevölkerung seit 1800 und daher auch der Zahl der Naturwissenschaftler. Andere Gründe kommen hinzu, zum Beispiel die immer schnellere Vervollkommnung der technischen Hilfsmittel; die Teilung, Organisation und Rationalisierung auch der wissenschaftlichen Arbeit — und hier werden wir bedenklich:

Früher war Wissenschaft eine aristrokratische Angelegenheit — geistige Menschen, denen Erkenntnis um ihrer selbst willen Lebensziel war, lasen zu ihr sich selbst aus. Unser Jahrhundert hat nun die eigentümliche Entdeckung gemacht, daß man die Wissenschaft auch recht erfolgreich betreiben kann, wenn man nur intelligent ist — und sonst nichts weiter; ja wenn man nur anstellig ist und beliebig übertragene Teilaufgaben zu lösen vermag, auch ohne am Sinn eines Ganzen teilzuhaben. Geistigkeit, d. h. das Ernstnehmen des Geistes, ist keineswegs erforderlich, und was man eigentlich durch seine wissenschaftliche Arbeit zu erreichen sucht, erscheint für den Erfolg als gleichgültig. Der Erfolg aber ist der Maßstab für alles.

Es ist nicht abzuleugnen, daß Spezialisierung, team work und Fabrikbetrieb eine Fülle neuer Ergebnisse hervorgebracht haben, darunter vielleicht auch einige wesentliche. Die Frage ist nur, welchen Sinn das alles denn noch habe: wieviele Menschen es noch geben mag, deren Horizont durch die neuen Erkenntnisse erweitert wird, deren Wesen an der Verwirklichung eines Werkes und in der Anverwandlung der Gehalte wächst, deren gesamte Innerlichkeit sich im Forschen als einem inneren Handeln diszipliniert und reinigt.

Ein Einzelpunkt zu dieser Wandlung des wissenschaftlichen Ethos mag noch erwähnt werden. Es ist doch auffallend, welche geringe Rolle das Literaturstudium in früheren Jahrhunderten gespielt haben muß: Kant liest WRIGHTS Abhandlung nicht im Original; LAMBERT hat von Kants Buch jahrelang keine Kenntnis, HERSCHEL vermutlich von allen

dreien nicht usw. — und das bei dem damals verhältnismäßig bescheidenen Umfang der Fachliteratur. Dieser beneidenswerte Zustand paradiesischer Unschuld wäre heute unmöglich — wer von Vorgängern nicht gebührend Notiz nimmt, gilt in seiner Wissenschaftlichkeit als fragwürdig. Die Doppelwertigkeit unseres Wissenschaftsbetriebes heute wird auch hier deutlich: Zweifellos entspringt jene Forderung dem Bedürfnis der Vernunft nach umfassender Orientierung und nach Konfrontation mit anderem Denken, also nach Weite und Selbstkritik. Aber sofort mischt sich das allgewaltige Allzumenschliche hinein und wird wirksam: Besorgnis um die Priorität zum Beispiel und, wenn etwa die Länge des Literaturverzeichnisses in einer Arbeit als Maßstab gilt, Unsicherheit des Urteils.

13. Kant war, an modernen Maßstäben gemessen, kein «Fachmann», und doch leistete er, was nur wenige Fachleute leisteten — und zwar durch keine anderen Gaben als die der wissenschaftlichen Haltung überhaupt. Sie aber zu verwirklichen, wenn auch nur approximativ und in immer neuem Bemühen, steht in unser aller Macht.

So kann sein Beispiel uns Mut machen — und wir haben Ermutigung durchaus nötig. Wir werden heute von einer Flut des Wissens überschwemmt, deren wohl niemand mehr selbst auf engem Spezialgebiet Herr wird. So werden wir unsicher und lassen uns den Mut nehmen zu freiem Blick und frischem Anpacken; oder wir wühlen uns in fieberhafter Emsigkeit an irgend einer winzigen Stelle in die Wissenschaft hinein und vernachläßigen darüber den Rest der Welt und uns selbst.

Aber war die Situation des Einzelnen nicht zu allen Zeiten ähnlich? Hat denn irgendwann einmal ein Einzelner das Wissen seiner Zeit wirklich überschaut? — Sicher nicht. Aber in früheren Zeiten waren menschliche Haltungen entwickelt und wirksam, die unter geistbestimmten Gesichtspunkten das Wissen bewerteten, seine Masse dadurch gliederten und es so den Menschen ermöglichten, der Endlosigkeit Herr zu werden. Solche Gesichtspunkte entsprangen der Religiosität — KEPLER zum Beispiel fühlte sich als «Priester Gottes im Tempel der Natur» — oder entsprangen der Idee des Menschen. Die Idee der Aufklärung, wie Kant sie deutete, nämlich als vernünftiges Selbstdenken, die Idee der Bildung, wie GOETHE sie verstand, nämlich als allseitige Selbstgestaltung des Menschen durch vernünftiges Selbstdenken und Selbsttun, gehören zu diesen ordnenden Kräften von unzerstörbarem Wert.

Auf das Ganze gesehen, scheinen sie alle heute ohnmächtig zu sein. In BEETHOVENS Tagebüchern fand ich einmal einen längeren Buchauszug, zu dem der Herausgeber bemerkt, daß es noch nicht gelungen sei, festzustellen, woher dieser Auszug stamme. Nun, es handelt sich um Kants «Allgemeine Naturgeschichte». BEETHOVEN fand also Zeit, dieses Buch zu lesen, und las es doch wohl mit einer gewissen Gründlichkeit. Aber offensichtlich hat keiner der BEETHOVEN-Philologen in den folgenden hundert Jahren von Kants Buch Notiz genommen und wohl auch keiner der Kant-Philologen von BEETHOVENS Tagebüchern.

Beispiele wie das Kants zeigen uns, wie gerade die geistige Verwurzelung in weitestem Bereiche den Blick für Wesentlich und Unwesentlich schärft — auch im einzelnen Sachgebiet und gerade in ihm. So können sie uns von dem herrschenden Aberglauben an den «Fachmann» befreien. Nur zu gern erliegen wir diesem Aberglauben, denn er ist so bequem — wir kommen um die Anstrengung des Selbstdenkens herum und um die Verantwortung für seine Ergebnisse. Es gibt heute mancherlei typische Ausprägungen jenes Aberglaubens: Man beurteilt die Arbeit eines reifen Mannes nicht mehr unmittelbar, sondern fragt zunächst nach seinen Studienausweisen; umgekehrt gilt der populär gewordene Forscher als Autorität für alles und jedes; ein Forscher übernimmt vom andern Ergebnisse, ohne sie wirklich, d. h. in ihrer Begründung und daher in ihrer Tragfähigkeit zu verstehen. Wenn aber selbst wissenschaftliche Fragen ohne sachliche Begründung durch Hinweis auf bloße Autorität beantwortet werden, so ist das ein Zeichen von Verfall.

Auch der eigentlich wissenschaftliche Mensch ist irgendwo Fachmann, d. h. er hat ein solides wissenschaftliches Handwerk von Grund auf gelernt. In ihm hat er die Haltung freier Vernünftigkeit in sein Wesen übernommen. So hat er vor allem auch gelernt, abzuschätzen, wo der Spezialist das Wort hat und wo nicht; und auch von ihm möchte er nicht Entscheidungen ex cathedra hören, sondern Begründungen. —

Kants einfache, geradlinige, anschauliche Art des Denkens kann uns ferner vom Aberglauben an die wissenschaftliche Technik befreien, zum Beispiel an die mathematische Technik. Die Mathematik macht nicht das Zentrum der Naturforschung aus — vor allem dann nicht, wenn unter Mathematik ein bloßes Manipulieren mit Formeln verstanden wird. Aller vernünftigen Anwendung der Mathematik haben klare Anschauungen und klare Begriffe, klare Prämissen und klare Fragestellungen vorauszugehen. Von dieser Grundlage aus entwirft das anschaulich-begriffliche Denken zunächst einmal in qualitativer Weise das

Spektrum der möglichen Antworten, und nun erst setzt die quantitative Analyse ein; sie prüft und schränkt ein, reinigt und präzisiert. Die Mathematik ist ein unentbehrliches Werkzeug des Naturforschers, aber für ihn ist sie Werkzeug. Daß derNaturforscher Kant dieses Instrument nur unvollkommen beherrschte, ist ganz gewiß ein Mangel, und kein kleiner; aber er verstand zu denken, und das ist das Entscheidende. POINCARE war ein Mathematiker von säkulärem Range; und doch sah er nicht, daß Kants mathematischer Fehler bezüglich des Rotationsmomentes völlig unerheblich ist.

Das eben betraf die Naturforschung. Daß aber die Mathematik anwendbar ist, freilich immer nur bis zu einem gewissen Grade, könnte wohl als ein Zeichen dafür gedeutet werden, daß die mathematische Form, auch wenn sie das Wesen der Natur nicht zu erschöpfen vermag, doch vielleicht in dies Wesen miteingefaltet ist. Jedoch ist das ein Glaube — und nicht etwa ein Wissen. Er ist mit dem Glauben an die Vernünftigkeit und Schönheit der Natur eng verwandt und rechtfertigt sich ebenso wie jener aus gewissen Teilerfahrungen, zwar nicht in objektiver, wohl aber in allgemein-subjektiver Hinsicht. —

Unsere menschliche Situation heute in der Wissenschaft ist schwieriger, als die Situation Kants es war. Die geistig unbewältigte Fülle des Wissens will uns erdrücken und ersticken. Um so dringender ist es daher aber auch für uns, die gefährdete und vielleicht schon verschüttete Quelle der Wissenschaft im Menschen wieder aufzudecken und wieder zu lernen, unter Führung von Ideen das Wesentliche vom Unwesentlichen zu scheiden. Der Weg zu diesem Ziel führt über die redliche, klare und für das Tun verbindliche Selbstreflexion des jeweils Einzelnen, in der er sich befragt, warum er eigentlich Wissenschaft treibt.