

DIE CHEMIE

(Angew. Chemie, neue Folge)

57. Jahrgang, Nr. 1/2, Seiten 1-16, 8. Januar 1944

Die Unendlichkeit der Welt*)

Eine Studie über das Symbolische in der Naturwissenschaft

Von Prof. Dr. C. F. FREIHERR VON WEIZSÄCKER,
Reichsuniversität Straßburg

1. Naturwissenschaft und Symbolik.

Ist die Welt unendlich? Drei Fragen sind hier in einer enthalten: Erstreckt sich die Welt ohne Grenze im Raum? Ist sie von ewiger Dauer? Gibt es in ihr ein Unendlichkleines, so daß jedes noch so kleine Ding noch weiter teilbar wäre?

Diese Fragen drängen sich unserem Denken in einer gewissen Stufe seiner Entwicklung auf. Wie sollen wir sie aber lösen? So viele Erfahrungen wir sammeln mögen, ihre Gesamtmenge bleibt immer endlich. Unter allem, was wir durch Erfahrung kennen, gibt es ein fernstes Ding, ein frühestes Ereignis, eine kleinste Einheit. Eben diese Grenze der Erfahrung aber beunruhigt unser Denken. Wir fragen uns, was jenseits der Grenze liegen möge, und suchen es noch in Erfahrung zu bringen. Damit wird freilich immer nur eine neue Grenze der Erfahrung und nicht die Unendlichkeit erreicht. Aber wir setzen bei diesem Verfahren doch voraus, daß es jenseits jeder erreichten Grenze noch etwas gebe, sei es auch nur der leere Raum oder die leere Zeit. So setzen wir unwillkürlich die Unendlichkeit der Welt voraus, obwohl wir uns sagen müssen, daß keine positive Erfahrung diese Voraussetzung je wird bestätigen können. Auch unsere Phantasie unterliegt diesem Zwiespalt, denn wir können uns ebensowenig eine unüberschreitbare Grenze wie die Unendlichkeit wirklich vorstellen.

Wie haben sich die Menschen verhalten, wenn ihnen diese Fragen entgegengestanden? Einige vorsichtige Forscher haben auf eine Antwort verzichtet. Die meisten Denker aber, und mit ihnen ganze Zeitalter, haben sich bestimmte Meinungen über die Frage nach der Unendlichkeit der Welt gebildet. Wovon ließen sie sich dabei leiten? Die ausgesprochenen Begründungen waren verschieden, aber stets spiegelten sich in dem Ergebnis etwas von dem grundsätzlichen Verhältnis ihrer Träger zur Natur. Vor allem in solchen Fragen, in denen nicht zwingende Tatsachen die Antwort bestimmen, ist die wissenschaftliche Meinungsbildung zugleich symbolisch für eine Geisteshaltung, für ein Lebensgefühl. Diese Seite der Unendlichkeitsfrage soll im folgenden durch die abendländische Geistesgeschichte bis zur Gegenwart verfolgt werden.

Warum kann uns, zumal heute, das Symbolische in der Naturwissenschaft bewegen? Vielen unter uns erscheinen gerade die physikalischen Entdeckungen unseres Jahrhunderts als Ausdruck einer geistigen Wandlung, die weit über die Grenzen der Physik hinausgreift. Dabei liegt es uns fern, zu glauben, die physikalischen Entdeckungen seien die Ursache dieser Wandlung. Noch viel weniger darf man meinen, die neuen Theorien seien aufgestellt worden, um eine solche Wandlung zu veranlassen oder auch nur auszudrücken. Sie haben sich als nüchterner Ausdruck beobachteter Tatsachen aufgedrängt. Wenn wir gleichwohl einen genauen Zusammenhang zwischen ihnen und dem Denken und Erleben unserer Zeit finden, so wird diese Entdeckung einen um so tieferen Eindruck in uns hinterlassen. Wir können wichtige Seiten unseres Wesens in ihnen wie in einem Spiegel sehen, und wir fühlen uns gedrängt, zu ergründen, wie eine solche Spiegelung überhaupt möglich ist, und was sie zeigt. Wir wollen uns daher als Vorbereitung für die Unendlichkeitsfrage für einen Augenblick der grundsätzlichen Frage des Symbolischen in der Naturwissenschaft zuwenden.

Mit den Worten „Symbol“, „Ausdruck“, „Spiegelung“ haben wir einen Tatbestand umschrieben, der am allgemeinsten vielleicht mit dem Namen „Bedeutung“ belegt werden kann.

Inhalt: 1. Naturwissenschaft und Symbolik — 2. Altertum: der endliche Kosmos — 3. Mittelalter: die endliche Schöpfung — 4. Übergang zur Neuzeit: die unendliche Welt als Symbol — 5. Neuzeit: Erweiterung der Grenzen der bekannten Welt — 6. Gegenwart: Kritik der Unendlichkeitsvorstellung — 7. Zur Deutung der gegenwärtigen Lage

Die wissenschaftlichen Sätze sind uns nicht nur um ihrer selbst willen wichtig, sondern auch weil sie auf etwas anderes deuten, nämlich auf einen Geisteszustand oder auf eine Art, Mensch zu sein. Sie bedeuten uns etwas. Es ist nun entscheidend, daß wir die Bedeutung in diesem Sinne nicht als etwas Einmaliges, Überraschendes ansehen, sondern in ihr ein Grundphänomen des menschlichen Daseins erkennen. Welche Fülle von Bedeutungen begegnet uns im Leben!

Der Träger des umfassendsten Bedeutungsschatzes ist die Sprache. Jedes Wort ist ein Schall, der etwas anderes als diesen Schall bedeutet; so bedeutet etwa der Schall, den wir erzeugen, wenn wir das Wort „Apfel“ aussprechen, etwas von diesem Schall völlig Verschiedenes, nämlich einen wirklichen Apfel. Da jede ausgearbeitete Erkenntnis der Sprache bedarf, setzt Erkenntnis also stets schon das Bestehen von Bedeutungen voraus. Die Bedeutung ist aber nicht auf die Sprache beschränkt. Es gibt die großen Symbole: die Fahne, die Krone, das Kreuz. Es gibt im täglichen Leben die sichtbaren, greifbaren Zeichen, die nicht beachtet werden im Hinblick auf das, was sie selbst sind, sondern nur im Hinblick auf das, was sie bedeuten: die Schrift, die Münze, das Verkehrssignal. Es gibt Handlungen, die etwas bedeuten, sei es durch Konvention, wie der Händedruck, sei es als spontane Ausdrucksbewegung, wie Lachen und Weinen. Wer Traumsymbolik kennt, weiß, wie eine Vorstellung sogar im Unbewußten eine andere bedeuten kann. Auch die Kunst setzt Bedeutung voraus. Nicht nur bedeutet das Bild den dargestellten Gegenstand. Auch die Musik bedeutet in einer für uns geheimnisvollen Weise die Bewegung der Seele. Und das Beispiel der Musik erinnert uns daran, daß die Fähigkeit der Kunst, „Unaussprechliches auszusagen“, eine besondere Art der Bedeutung ist, die sich noch unterscheidet von dem Abbilden, das die bildende Kunst mit der Photographie, und von der Begrifflichkeit, die die Dichtung mit der Sprache des Alltags und der Wissenschaft gemeine hat.

Was ist nun das Gemeinsame dieser Bedeutungen? Man könnte sagen: in allen Fällen steht ein Ding für ein anderes. Man würde also die Bedeutung als eine Beziehung zwischen zwei Dingen, dem „Zeichen“ und dem „Bezeichneten“, ansehen; dabei soll der Begriff des Dings auch Nichtmaterielles umfassen. Das Entscheidende liegt aber nicht im bloßen Vorhandensein einer Beziehung. Es verbirgt sich vielmehr in dem Wörtchen „für“. Wir verwenden das Zeichen an Stelle des Bezeichneten. Wir wollen aber damit das Bezeichnete nicht etwa verdrängen, sondern wir wollen es gerade durch das Zeichen gegenwärtig halten. In diesem Sinne ist das Zeichen „für“ das Bezeichnete da. Solange das Zeichen unreflektiert verwendet wird, ist sogar die Zweideutigkeit von Zeichen und Bezeichnetem dem Bewußtsein nicht gegenwärtig.

Wenn ein Kind weint, so sehen wir nur die Tränen und das verzerrte Gesicht; den Kummer kann man nicht unmittelbar aufweisen. Für das Kind aber ist nur der Kummer gegenwärtig. Die Tränen sind nicht Flüssigkeitstropfen, sondern sie sind der Kummer selbst. So faßt es auch die Umwelt auf. Wenn der ältere Bruder sagt: „die kleine Schwester weint“, so meint er damit nicht, daß sie Tränen im Gesicht hat, sondern daß sie bekümmert ist. Oder genauer: er meint beides zugleich, weil die Tränen der Kummer sind. Freilich können sich die Tränen in einem Augenblick in Flüssigkeitstropfen „verwandeln“; etwa wenn sie dem Kind auf die Hand tropfen und es dort stören. Hier ist die „Träne an sich“ entdeckt. Der „Kummer an sich“ wird entdeckt, wenn man erfährt, daß man bekümmert sein kann, ohne zu weinen, und weinen, ohne bekümmert zu sein. Trotz dieser Entdeckung werden auch die nächsten Tränen des anderen wieder naiv als Ausdruck

*) Ausführliche Fassung eines unter dem Titel: „Die Frage der Unendlichkeit der Welt als Beispiel für symbolisches Denken“ anlässlich der Leipziger Vortragsveranstaltung des VDOh am 26. Juni 1943 gehaltenen Vortrags, nach Carl Friedrich Freiherr von Weizsäcker, „Zum Weltbild der Physik“, Leipzig 1943. Verlag S. Hirzel, 2. Auflage in Vorbereitung.

eines Kummers genommen; es bedarf einer ganz neuen Einstellung, die wir Mißtrauen nennen, um dieses unmittelbare Gegebensein des Kummers in den Tränen zu zerstören. Ebenso drängt der nächste eigene Kummer wieder zu Tränen, und erst die tiefe Veränderung in der menschlichen Haltung, die das Älterwerden bringt, führt in manchen Fällen zu neuen Zeichen oder zur Ausdruckslosigkeit.

Dieses Beispiel gilt mutatis mutandis für alle Bedeutungszusammenhänge, vor allem auch für die Sprache. Wenn ich „Apfel“ sage, braucht kein Apfel vor mir zu liegen. Wenn ich „Kummer“ sage, kann ich das Gemeinte überhaupt nicht anders als durch Zeichen zur Anschauung bringen. Aber in beiden Fällen ist meine Aufmerksamkeit eben nicht von dem Schall „Apfel“ und „Kummer“, sondern von dem Gemeinten, dem wirklichen Apfel oder dem wirklichen Kummer beansprucht. In dem Augenblick, in dem ich auf den Vorgang des Sprechens oder auch nur auf den „Wortlaut“ reflektierte, zerstöre ich den selbstverständlichen Zusammenhang des Wortes mit dem Ding. Ich kann dazu genötigt werden durch das Versagen der Ausdrucksmöglichkeiten, durch die Ungenauigkeit und das Ungegnügen der Sprache. In einer reflektierten Weise kann ich den Zusammenhang wieder herstellen, z. B. durch die Definition, welche das, was das Wort bezeichnen soll, ausdrücklich nennt. Um es aber nennen zu können, muß die Definition andere Worte unreflektiert verwenden; sie setzt andere Zeichen voraus, in denen das Bezeichnete noch unmittelbar gegenwärtig ist.

Ein Zeichen, das man nicht einfach durch Aufweisung des bezeichneten Gegenstandes überflüssig machen kann, wollen wir ein Symbol nennen. Mit diesem Wortgebrauch umfassen wir auch diejenigen Zeichen, die man im ernstesten Sinne des Wortes Symbole nennt. Der Fetzen Tuch einer Fahne kann eben deshalb ein fast heiliger Gegenstand werden, weil er das einzige sichtbare Zeichen einer unsichtbaren, aber für unser Leben entscheidenden Wirklichkeit ist. Mit Absicht nehmen wir aber auch die scheinbar banalsten Worte der Umgangssprache in den Bereich des Symbolischen mit auf. In der alten Überzeugung von der magischen Kraft des Wortes ist die Erkenntnis ausgedrückt, daß am Anfang der Sprache das Symbol steht. Erst wer das Wort hat, hat das Ding ganz. Die Ursachen dafür, daß dieses Bewußtsein verblaßt ist, sind eines besonderen Nachdenkens wert. Wir werden im folgenden einige Erscheinungen finden, die mit ihnen zusammenhängen. Philosophisch wichtig ist, daß wir den Begriff der Bedeutung nicht völlig auf den Begriff des reinen Seins zurückführen könnten. Da uns das Sein der bezeichneten Dinge erst durch die Zeichen hindurch faßbar wird, setzt umgekehrt eine genaue Erklärung des Seinsbegriffs schon den Begriff der Bedeutung voraus. Doch verfolgen wir diese Frage hier nicht weiter, sondern wenden wir uns wieder der Naturwissenschaft und ihrem Verhältnis zur Symbolik zu.

Naturwissenschaftliche Erkenntnis kann in doppelter Weise symbolisch sein: indem sie selbst Symbol ist, oder indem sie Symbole vorfindet und verwendet. So wie jede andere Lebensäußerung kann auch die naturwissenschaftliche Erkenntnis unwillkürlich etwas von dem ausdrücken, was im Menschen ist. Sie wird dann, zunächst unbewußt, vielleicht aber auch bewußt anerkannt, zum Symbol seines Wesens oder seines Zustandes.

Auf der anderen Seite aber kann der Gegenstand der Wissenschaft, die Natur selbst, von uns als Symbol genommen werden. Der naive Mensch hat zu allen Zeiten im Gesicht der Natur wie im Gesicht eines Mitmenschen gelesen. Die Natur droht und kann versöhnt werden. Das bewegte Meer zürnt dem Menschen, der heitere Himmel will ihm wohl. Götter und Dämonen sind die Seele der Natur. Die Sterne bezeichnen das menschliche Schicksal. Die Ordnung der Schöpfung ist ein Lobpreis des Schöpfers. Noch im 18. Jahrhundert stellt man Extremalprinzipien als Naturgesetze auf, weil sie der göttlichen Weisheit würdig sind. In dieser Entwicklungsserie zeigt sich der Übergang von der unbewußten, selbstverständlichen Natursymbolik, die mit der unbewußten Symbolik der menschlichen Ausdrucksbewegungen vergleichbar ist bis zum bewußten Stellen und Bejahen der Frage, ob die Naturerscheinungen in einem objektiven Sinne zugleich als Zeichen für etwas anderes zu nehmen seien. Im allgemeinen hat die Naturwissenschaft der Neuzeit freilich diese objektive Natursymbolik verworfen.

Die Unendlichkeitsfrage führt uns zunächst auf den symbolischen Wert der Naturwissenschaft im ersten Sinne. Wir werden in der Wissenschaft den Menschen wiederfinden, der sie gemacht hat. Die zweite Frage, welche die objektive Natursymbolik betrifft, überschreitet bei weitem die Grenzen unserer Untersuchung. Wir werden sie so weit verfolgen, als unser Gegenstand es erfordert, werden sie aber schließlich ohne konkrete Lösung zurücklassen müssen.

2. Altertum: der endliche Kosmos.

Die Erde ist eine runde Scheibe, vom Strome des Okeanos rings umflossen. Dieser Satz aus dem frühen Weltbild der Griechen ist zugleich eine Behauptung über Tatsachen und ein Symbol. Ohne Zweifel hielt man ihn im wörtlichen Sinn für wahr. Die Kenntnis vom Atlantischen Ozean jenseits der Säulen des Herakles und vom Indischen Ozean jenseits von Arabien machte ihn sogar zu einer sehr vernünftigen geographischen Hypothese. Gleichzeitig aber drückte er in sinnfälliger Weise etwas vom griechischen Weltgefühl aus. Andere geographische Kenntnisse hätten ihn wohl in den Einzelheiten, aber nicht grundsätzlich verändert.

Die Welt ist endlich, denn sie ist geordnet. Hier sind unsere Felder und Häfen. Gehet wir über die Berge oder fahren wir über das Meer, so kommen wir zu neuen Ländern mit fremden Völkern. Auch diese wohnen in festen Grenzen. Jenseits ihrer Wüsten und Wälder mögen nochmals andere Völker wohnen. Aber einmal muß ein Ende erreicht sein. Denn — so darf man vielleicht dem unausgesprochenen Empfinden Worte verleihen — das Grenzenlose wäre das Unbegreifliche, das Unbegreifliche aber ist nicht.

Für das Raumgefühl des modernen Menschen ist es schwer verständlich, daß man nicht über jede erreichte Grenze hinausfragt. Der Okeanos mag die Grenze der Menschenwelt sein. Aber ist er selbst unbegrenzt? Oder was kommt jenseits des Okeanos? Für uns liegt die Vermutung nahe, man habe in jenen frühen Zeiten einfach vergessen, diese Fragen zu stellen. Die spätere Geschichte lehrt ja, daß die Menschheit einmal auf die Fragen stoßen mußte. Trotzdem tut diese Vermutung dem griechischen Bilde unrecht. Sie verkennt das Fundament eines andersartigen Bewußtseins, auf dem jenes Bild ruht und das es symbolisch ausdrückt. Sie muß es erkennen, solange sie sich der Besonderheit ihrer eigenen Voraussetzungen und der Symbolik, die auch in unserer eigenen Unendlichkeitsidee steckt, nicht bewußt ist.

Mythologisch ist Okeanos einer der Titanen. Er gehört also zu jenen Urgewalten, mit deren Niederwerfung die Herrschaft der olympischen Götter beginnt. Maß und Ordnung, Bild und Begriff entstammen der Welt der Olympier. Darum ist diese Welt ihrem Wesen nach endlich. Die graue Vorzeit, die unermeßliche Ferne gehören ihr nicht zu. Okeanos aber ist eine der bildlichen Verdichtungen jener maßlosen Welt „jenseits der Grenzen“, in der es im Grunde keine Gestalt, von der es keinen Begriff gibt. Wer in sie eindringen will, unternimmt nicht nur Unmögliches, sondern Frevelhaftes. Denn er verläßt das Maß, das ihm als einem Menschen die Götter bestimmt haben, und dessen Verkörperung die Götter selber sind. Darum kann und soll man nicht fragen, wie breit das Wasser des Okeanos sei oder was jenseits dieses Wassers komme. —

Die griechische Wissenschaft hat die Lehre von der Erdscheibe bald hinter sich gelassen, und die griechische Philosophie hat sich eingehend mit dem Begriff des Unendlichen beschäftigt. In der ausgereiften Gestalt ihres wissenschaftlichen Weltbildes, dessen astronomische Lehren von *Ptolemäus* zusammengefaßt wurden und dessen philosophischer Gehalt im wesentlichen schon von *Aristoteles* stammt, haben die Griechen aber der Nachwelt den vielleicht vollkommensten Ausdruck hinterlassen für ihren Glauben an die Welt, die endlich ist, weil sie geordnet ist.

Die Erde ist eine Kugel in der Mitte der Welt. Um sie kreisen die sieben Planeten. Ihre Bahnen kann man mathematisch darstellen: sie sind aus Kreisbewegungen zusammengesetzt. Die Führung auf diesen Bahnen geschieht nach der verbreitetsten Anschauung durch sieben konzentrisch umeinander gelagerte Kristallkugeln, auf denen die Planeten angebracht sind. Um sie dreht sich als äußerste Kugel die Sphäre der Fixsterne.

Dieses Bild stellte die astronomischen Beobachtungen mit aller wünschbaren Genauigkeit dar. Es wurde anderthalb Jahr-

tausende lang nicht revidiert, weil es von der Erfahrung her keiner Revision bedurfte. So drängte sich auch dem Astronomen die Frage nicht auf, was sich jenseits der Fixsternsphäre befindet. Auch zu der heutigen Lehre, daß die Fixsterne nicht auf einer Kugel angeordnet sind, sondern verschiedene Entfernung von uns haben, lag kein Anlaß vor, da man die Entfernung der Fixsterne nicht messen konnte. Nur die Philosophie durchdachte die Frage nach den Grenzen und dem, was jenseits der Grenzen ist, und sie fand eine logisch befriedigende Antwort.

Nach *Aristoteles* ist außerhalb der Fixsternsphäre kein Körper. Ebensowenig ist dort aber „leerer Raum“, denn leeren Raum gibt es nicht. Für uns scheint es freilich selbstverständlich, daß der Raum an sich unendlich sei, auch wenn er nur endliche Körper „enthalten“ sollte. Doch ist schon dieser Begriff vom Raum als einem an sich, unabhängig von der Materie vorhandenen Etwas, eine moderne und keineswegs denknotwendige Vorstellung. Für die Griechen gibt es nicht den Begriff des „Raumes“, sondern nur den des „Orts“. Jeder Körper ist an einem Ort. So ist sein Ort ein Prädikat, das dem Körper zukommt. Wo aber kein Körper ist, da fehlt das Subjekt, dem man das Prädikat des Ortes zukommen lassen könnte. Ein leerer Ort wäre der Ort von nichts, also kein Ort. Dieser Schluß ist keineswegs sophistisch. Er ist vielmehr eine notwendige Konsequenz der am Sein orientierten aristotelischen Logik, nach der ein Satz falsch ist, wenn es gerade kein Ding gibt, für das er gilt.

Man könnte einwenden, in der euklidischen Geometrie sei doch der Begriff des unendlichen Raumes schon vorgebildet. Aber auch *Euklid* redet nicht vom Raum, sondern von den geometrischen Figuren. Diese definiert er durch Konstruktionsvorschriften. Er sagt nicht: „durch zwei Punkte gibt es eine Gerade“, sondern: „durch zwei Punkte soll man eine Gerade ziehen“. Jede praktisch konstruierbare Figur ist aber endlich. Das ist selbstverständlich für geschlossene Figuren, wie Kreis, Dreieck usw., es gilt aber auch in etwas anderem Sinne für die Gerade. Diese faßt zwar die moderne Geometrie meist als unendlich auf, für *Euklid* aber ist sie nur immer weiter fortsetzbar. Dem entspricht es, daß er in einem besonderen Postulat die Fortsetzung einer gegebenen begrenzten Geraden in gegebener Richtung fordert; dies geschieht praktisch mit dem Lineal, also stets nur um endliche Stücke.

Diesen Unterschied der Auffassungen kann man durch das aristotelische Begriffspaar von Akt und Potenz (Wirklichkeit und Möglichkeit) erläutern. Die Gerade ist aktuell, in Wirklichkeit, stets endlich; sie ist aber potentiell, der Möglichkeit nach, unendlich, denn es entspricht ihrer Natur, immer weiter verlängert werden zu können. *Aristoteles* bestreitet, daß es aktuell Unendliches überhaupt gebe, denn dieses müßte selbstwidersprechende mathematische Eigenschaften haben. Darum kann auch die Welt nicht unendlich sein. *Aristoteles* hat also die Endlichkeit der Welt nicht naiv vorausgesetzt, sondern er hat sie aus der Überzeugung von der Begreiflichkeit der Welt abgeleitet. Diese Überzeugung wird nicht als besonderer Satz ausgesprochen, sondern sie geht als selbstverständliche, undisputierte Voraussetzung in alle Schlußfolgerungen ein. Sie findet jedoch eben darum in den Ergebnissen der Schlußfolgerungen einen symbolischen Ausdruck von vollkommener Deutlichkeit. Während im Okeanos-Mythos das Unendliche und darum Unbegreifliche wenigstens als großes Bild jenseits der Grenzen der endlichen Welt sichtbar wird, ist nun mit dem begrifflichen Erfassen des Begreifbaren das Unbegreifbare — wenigstens in räumlicher Hinsicht — überhaupt verschwunden: die Welt ist endlich, und jenseits ihrer Grenzen ist kein Ort.

Auch die Frage nach der zeitlichen Unendlichkeit haben die Griechen gestellt. Im Mythos ist die Welt im allgemeinen in ähnlicher Weise zeitlich wie räumlich begrenzt. Weltentstehungsmythen pflegen zu beginnen: „Im Anfang war . . .“ Dainit ist eine Macht an den Anfang gesetzt, nach deren Herkunft nicht mehr gefragt wird. Ähnlich schneiden Weltentstehungsmythen das Fragen nach einer unendlichen Zukunft ab. Die griechische Philosophie aber zieht eine unendliche Dauer der Welt in Betracht. Nach *Aristoteles* ist das Himmelsgebäude ungeworden und unvergänglich. Eine andere Lehre, welche endliche und unendliche Dauer eigenartig verbindet, ist die von periodisch wiederkehrenden Weltkatastrophen und einer ewigen Wiederholung aller Geschehnisse. Man könnte fragen, ob diese Lehren nicht unsere Behauptung von der symbolischen Bedeutung der Endlichkeit für das griechische Denken wider-

legen. Aber der Ausgangspunkt ist für *Aristoteles* wie schon für die Eleaten nicht die Unendlichkeit der Dauer, sondern die Unveränderlichkeit des Seins. Diese aber entspringt letzten Endes der Forderung nach der Begreiflichkeit des Seins; die Veränderung als den Übergang zwischen Sein und Nichtsein überhaupt zu begreifen, ist ja eines der schwersten Probleme für das griechische Denken gewesen. So drücken räumliche Endlichkeit und zeitliche Unwandelbarkeit in gleicher Weise den noch tiefer liegenden Glauben an die Begreiflichkeit des Seins aus.

Auf die Frage des Unendlichkleinen wollen wir hier nicht näher eingehen. Es mag genügen, daran zu erinnern, daß die Griechen die Erfinder des Atombegriffs sind.

3. Mittelalter: die endliche Schöpfung.

Auch dem Mittelalter ist die Welt endlich. Aber ihre Endlichkeit bedeutet etwas anderes als im Altertum; denn ihr steht gegenüber der unendliche Gott.

Die Welt ist endlich im Raum. Das ptolemäische Bild wird aus der antiken Wissenschaft übernommen. Es stimmt mit der astronomischen Erfahrung überein, die man auch in wissenschaftsfernen Jahrhunderten nie ganz bei Seite setzen konnte, weil z. B. die Bestimmung des richtigen Ostertermins von ihr abhing. Das ptolemäische Bild ist ferner mit dem Text der Bibel leicht zu vereinbaren. Es gibt schließlich den natürlichen Rahmen ab für die mittelalterliche Deutung der Welt. Inmitten der Welt steht die Erde, auf der sich das eigentliche Ziel des Weltlaufs, die menschliche Heilsgeschichte, abspielt. Die himmlischen Sphären gehören ebenfalls der Schöpfung an, sind aber Gott näher, dessen eigentlicher Sitz, trotz seiner Allgegenwart, vorwiegend jenseits der Fixsternsphäre, im „Empyreum“ gedacht wird. Damit ist nicht etwa die Endlichkeit des Raumes aufgehoben. Denn Gott als der Schöpfer der Welt und somit auch des Raumes ist selbst unräumlich. Darum können auch auf das Empyreum räumliche Bestimmungen nicht im eigentlichen Sinne angewandt werden. Auch eine Seele, der Gott es gewährt, die göttlichen Dinge im Empyreum zu schauen, wird diese nicht mehr in räumlicher Weise wahrnehmen. Die letzten Gesänge von *Dantes* Göttlicher Komödie mögen uns eine Vorstellung von diesem Vorgang geben.

Die Welt ist auch endlich in der Zeit. Sie hat einen ersten Tag: den ersten Schöpfungstag; und einen letzten Tag: den Tag des Gerichts. Der erste Schöpfungstag ist historisch nahezu aufs Jahr genau datierbar. Wann der Tag des Gerichts kommen wird, weiß zwar niemand; doch haben ihn fast alle christlichen Epochen in naher Zukunft erwartet. Vor der Schöpfung und nach dem Gericht ist keine Zeit. Denn Gott ist überzeitlich und hat mit der Welt die Zeit geschaffen. Dies ist die folgerichtige Lehre; für wenigen philosophische Gemüter mochte die Auskunft gelten, die noch *Luther* auf die Frage gab, was Gott in der langen Zeit vor der Schöpfung getan habe: „Er saß in einem Birkenwäldchen und schnitt Ruten für Leute, die unnütze Fragen stellen.“ Hier wie im Altertum sind die „unnötigen Fragen“ nicht nur logisch unbeantwortbar, sondern es gebührt dem Menschen auch nicht, sie zu stellen. Nach dem Gericht wird zwar eine neue Welt und das ewige Leben erwartet; doch bedeutet dies nicht ein Leben von zeitlich unendlicher Dauer, sondern einen Zustand, der nicht mehr in zeitlicher Weise vorgestellt werden kann. Im übrigen ist auch die Lehre von der endlichen Zeit nicht nur durch den Bibeltext festgelegt, sondern sie drückt das einzige mögliche Verhältnis des mittelalterlichen Menschen zur Geschichte aus. Die Geschichte ist ja ein zielstrebiger Ablauf, in dem Gott seinen Heilsplan verwirklicht, und zualal nachdem einmal „in der Fülle der Zeiten“ Christus erschienen ist, bleibt kein sinnvoller Inhalt für eine unveränderlich fortduernde Welt.

Gott aber ist nicht endlich. Er ist allmächtig, allwissend, allgegenwärtig und ewig. Dies alles setzt voraus, daß sein Wesen in keiner Hinsicht Grenzen hat. Doch ist auch die Unendlichkeit Gottes nicht in erster Linie begrifflich aufzufassen. Wie alle Dogmen ist sie Symbol eines Erlebnisses, das in der Sprache nur einen andeutenden Ausdruck finden kann. Nur wer dieses Erlebnis versteht, kann hoffen, seine Symbole zu begreifen. Im Christentum ist eine neue Dimension der menschlichen Seele erschlossen. Sie muß gegenüber der bisherigen Welt als unendlich empfunden werden wenigstens in drei Dingen: in ihrer Sehnsucht, in ihrer sittlichen Forderung und in ihrer religiösen Erfüllung.

Die Welt ist endlich und darum begreiflich. Wer sie aber begreift, der sieht, daß sie eine Welt des Leidens ist. Gewiß sind Raum und Zeit die Träger ihrer Ordnung. Aber wer bis auf den Grund erfahren hat, was räumliche Trennung, was ungewisse Zukunft und unwiederbringliche Vergangenheit bedeuten, wer den Tod kennt, der kennt auch die Sehnsucht nach einem Reich, in dem die Schranken der Endlichkeit nicht mehr gelten. Dieses göttliche Reich nun lehrt und verkörpert Christus. Es überschreitet die Schranken der Endlichkeit in seiner Forderung und in seiner Erfüllung. Seine Forderung ist unbedingt: „Ihr sollt vollkommen sein wie euer Vater im Himmel.“ Erst diese Forderung macht deutlich, in welchem Maße die endliche Welt nicht nur eine Welt des Leidens, sondern eine Welt der Schuld ist. In der Erkenntnis seiner unentzerrbaren eigenen Schuld erfährt der Mensch seinen Abstand von Gott noch tiefer als im Erlebnis seiner Leiden. Aber Gott ist auch in der Gnade unendlich. Die Erlösung beginnt damit, daß der Mensch sich der Gnade nicht mehr verschließt, und sie besteht darin, daß er an der Fülle Gottes Anteil gewinnt. Jede Haltung, die der Mensch sich selbst geben kann, begrenzt ihn; Gottes Gabe ist es, daß in ihm die unbegrenzte Liebe zur Herrschaft kommen kann.

Das Christentum hat zur Welt ein doppeltes Verhältnis. Sie ist Gottes Schöpfung, aber sie ist von Gott abgefallen. Dogmatisch hängt die Möglichkeit dieses Abfalls eben mit dem Anteil an Gottes Vollkommenheit zusammen, den die Welt durch die Schöpfung erhalten hat. Gott hat den Menschen nach seinem Bilde geschaffen und hat ihm damit auch die Freiheit des Willens gegeben. Kraft dieser Freiheit hat der Mensch den Weg zur Abwendung von Gott gewählt. In dem Symbol Luzifers, dessen Abfall dem historischen Sündenfall Adams metaphysisch vorangestellt ist, ist ausgedrückt, daß nicht nur der Mensch, sondern die gesamte Schöpfung an der Abwendung von Gott teilhat. Dieser Lehre entspricht ein doppeltes Erlebnis der Welt. Die ursprüngliche Schöpfung, die am Jüngsten Tage wiederhergestellt werden soll, ist das Abbild der Herrlichkeit Gottes, und auch die Schönheit und Ordnung der gefallenen Welt, die wir allein kennen, ist durch ihr bloßes Dasein ein ständiger Lobpreis des Schöpfers. Denken wir daran, wie *Franziskus* Gott lobt gemeinsam mit unserem Bruder Sonne und der Schwester Mond, dem Bruder Wind und der Schwester Wasser! Aber die Schuld in der Welt ist der Ausdruck des Abfalls von Gott und das Leiden seine Folge. Die Ordnung der Welt ist darum doch gleichsam nur eine Ersatzlösung, um die Zeit bis zum Gericht zu überbrücken. Sie ist ein Gleichnis, das die Sehnsucht der Seele nach der göttlichen Vollkommenheit erwecken soll, die eigentlich der Schöpfung zugesetzt ist.

Diese Spannung hat die Menschen in steter Bewegung gehalten. Vom Eintritt des Christentums in die Geschichte bis zum Ende des hohen Mittelalters überwiegt die Bewegung von der Welt zu Gott hin. Dann beginnt die Richtung der inneren Bewegung sich umzukehren, von Gott zur Welt zurück. Entscheidend für die Fruchtbarkeit der Bewegung war aber wohl nicht ihre Richtung, sondern das Verhältnis, in das sie die beiden Pole Gott und Welt zueinander brachte. Sie konnte den einen Pol zum anderen gleichsam mitbringen, oder aber den einen über dem anderen vergessen. Für die frühe Zeit bedeutet das die Entscheidung, ob der Hinblick auf Gott die Welt ordnet und belebt, oder ob er sie in Vernachlässigung sinken läßt. Der entsprechenden Entscheidung in der Bewegung der neueren Zeit haben wir nun unsere Aufmerksamkeit zu widmen.

4. Übergang zur Neuzeit: die unendliche Welt als Symbol.

Nikolaus von Kues hat in der Mitte des 15. Jahrhunderts als Erster die Unendlichkeit der Welt gelehrt. Er ging dabei von einer bewußt symbolischen religiösen Anschauung aus. Mit demselben Gedankengang aber leitete er über zur mathematischen Naturwissenschaft der Neuzeit.

Gottes Unendlichkeit kann mathematisch versinnbildlicht werden. In unserer Welt der endlichen Dinge gibt es kein größtes Ding. Um jeden endlichen Kreis kann ein noch größerer gezeichnet werden. Gott aber ist das absolut Größte, das Allumfassende. Insofern gleicht er einem unendlichen Kreis oder einer unendlichen Kugel. Während unsere Welt der Endlichkeit die Welt der Gegensätze ist, ist Gott als ihr Ursprung die Einheit der Gegensätze (*coincidentia oppositorum*). Diese

Einheit ist für uns unbegreiflich. Aber eben ihre Unbegreiflichkeit wird durch die paradoxen mathematischen Eigenschaften des Unendlichen dargestellt. Je größer ein Kreis ist, desto weniger ist er gekrümmt, und ein in Strenge unendlicher Kreis wäre darum überhaupt nicht gekrümmt; der unendliche Kreis ist identisch mit der unendlichen Geraden. Wollen wir deutlich sehen, daß es sich hier nicht um Gedankenspiele, sondern um den Ausdruck von Erlebnissen handelt, so müssen wir uns daran erinnern, daß der Kusaner nur ein Gleichnis der mittelalterlichen Mystik abwandelt. Nach diesem Gleichnis, das auch Meister *Eckhardt* verwendet, ist Gott eine unendliche Kugel, deren Mittelpunkt überall und deren Umfang nirgends ist. Kein Ding begrenzt Gott, sondern er umfaßt alle; und kein Ding ist ihm fern, sondern jedes ruht in seinem Mittelpunkt. Das gilt zumal von jeder menschlichen Seele. Vor der Erlösung wollen wir ihm entlaufen und wissen nicht, daß wir es nicht können; und die Erlösung besteht nur darin, dieses Ruhens in Gott innezuwerden.

Gott hat nun nach der Lehre des Kusaniers der Welt so viel von seiner Vollkommenheit mitgeteilt, als überhaupt möglich war, wenn sie noch von ihm verschieden sein sollte. Darum hat sie auch Anteil an seiner Unendlichkeit. Zwar ist sie nicht wie er „absolut“ unendlich, aber sie ist „konkret“ unendlich; d. h. sie ist die räumlich grenzenlose Mannigfaltigkeit der konkreten, endlichen Dinge. Gottes Unendlichkeit übersteigt jeden Begriff, und auch die unendliche Kugel ist nur sein Gleichnis. Die Welt hingegen ist im strengen geometrischen Sinne eine „unendliche Kugel“. So ist die Welt selbst ein geometrisches Gleichnis Gottes. —

Zweierlei ist an diesem Gedanken bemerkenswert: die ausdrücklich symbolische Denkweise und die hohe Bewertung der Welt.

Die älteren Ansichten über die Endlichkeit der Welt waren nicht mit der Absicht ausgesprochen, symbolisch zu sein. Daß man sie gerade in dieser Form aussprach, war der selbstverständliche und unbeabsichtigte Ausdruck eines Lebensgefühls. Höchstens nachträglich, nachdem sie schon als gewiß galten, wurden symbolische Betrachtungen an sie angeknüpft. *Nikolaus von Kues* hingegen verwendet das Symbol bewußt als Erkenntnismittel. Er geht von der Überzeugung aus, daß Dinge, die im Ursprung miteinander verwandt sind, zueinander in einem Verhältnis der Ähnlichkeit stehen müssen. Daher kann ein an sich unerkennbares Urbild durch seine leichter erkennbaren Abbilder wenigstens angenähert verstanden werden. So verstehen wir Gott nur nach dem Bilde der Welt, die aus ihm hervorgegangen ist. Unter den begreiflichen Dingen der Welt wiederum stehen am nächsten bei Gott diejenigen, die am wenigsten materiell sind, das sind die Begriffe der reinen Mathematik.

Die mathematische Symbolik ist ein uralter Besitz der Menschheit. Auf dem Weg von den konkreten Dingen zu ihrem nicht mehr konkret faßbaren Hintergrund ist die vollkommene Abstraktion die letzte Stufe, die dem Denken noch erreichbar ist. Zahlen und Figuren, als die ersten und ursprünglichsten Formen des Denkens, sind das einfachste und vielleicht reinste Gefäß, in das unaussprechbare Erlebnisse noch gegossen werden können. Die mathematischen Symbole sind zwar nicht die Wahrheit, aber sie zeigen so viel von ihr, als gezeigt werden kann, und verhüllen den Rest. Die Foringesetze der Kunst sind derjenige Überrest dieses Erlebnisses, der auch im Bewußtsein der Gegenwart noch vorhanden ist. Alle künstlerischen Foringesetze haben einen Kern einfacher Mathematik. Es sei nur an die Verhältniszahlen in der musikalischen Harmonie, an die Bedeutung der Symmetrie und regelmäßigen Abfolge in allen Künsten, an die bildnerische Schönheit der mathematisch einfachen Figuren erinnert. Und es ist ja eben das Geheimnis der Kunst, daß das strengste Gesetz der Form, das scheinbar mit dem Inhalt nichts zu tun hat, ihr erlaubt, Dinge auszusprechen, die sich der ungebundenen Rede entziehen.

Für den Kusaner — der hierin pythagoräisch-platonischen Überlieferungen folgt — verwendet nun aber nicht nur das menschliche Bewußtsein die Mathematik als Gleichnis, sondern die wirklichen Dinge selbst sind in ihren mathematischen Eigenschaften Gleichnisse ihres göttlichen Ursprungs. Hier öffnet sich der Zugang zur modernen Naturwissenschaft. Denn nicht nur die paradoxe Mathematik des Unendlichen, die das nie als Ganzes wahrgenommene Universum mit Gott verbindet,

findet Beachtung, sondern auch die Mathematik des Endlichen, welche das Verhalten der einzelnen Körper bestimmt. *Nikolaus von Kues* selbst hat sich um Einzelfragen der Naturwissenschaft bemüht. Wollen wir aber die volle Entfaltung seiner Denkweise in der mathematischen Physik und Astronomie sehen, so müssen wir um zwei Jahrhunderte weitergehen zu *Johannes Kepler*.

Kepler hatte seine berühmten Gesetze der Planetenbewegung gefunden, indem er für die äußerst verfeinerten Beobachtungen von *Tycho Brahe* eine zusammenfassende Darstellung suchte. Er stellte an diese Darstellung zwei Bedingungen: lückenlose Übereinstimmung mit der Erfahrung und mathematische Einfachheit. Diese beiden Bedingungen sind heute noch die Grundlagen der exakten Naturwissenschaft. Nachdem man sich nun einmal die Aufgabe gestellt hat, die Natur so zu begreifen, wie sie sich uns wirklich darbietet, ist die erste Bedingung nur eine Forderung der methodischen Sauberkeit und Gründlichkeit. Die zweite Bedingung hingegen könnte vom empirischen Standpunkt aus als eine willkürliche Zutat erscheinen, denn nichts in der Erfahrung gewährleistet uns von vornherein, daß die Beobachtungen überhaupt einem mathematisch einfachen Gesetz genügen werden. Trotzdem wird die Bedingung immer wieder, und immer wieder erfolgreich gestellt. Diesen Erfolg müssen wir fast wie ein Wunder empfinden; und *Keplers* Schriften sind durchweht vom Hauch der Begeisterung über die immer neue Bestätigung dieses Wunders. In seiner „Weltharmonik“ verknüpft er dieses Erlebnis mit der Welt seines Glaubens und seiner künstlerischen Bildung durch den gemeinsamen Oberbegriff der Harmonie. Als harmonisch definiert er gewisse Längenverhältnisse, die in den im Sinne der euklidischen Geometrie konstruierbaren Figuren auftreten. Er zeichnet diese Figuren vor den nicht in Strenge (mit Lineal und Zirkel) konstruierbaren Figuren aus, weil nur sie nach seiner Ansicht auch für einen göttlichen Geist im eigentlichen Sinne „existieren“. Er sucht dann nachzuweisen, daß sich die musikalischen Intervalle, die astrologischen Aspekte (deren Wirkung auf den Menschen er aus einer besonderen Empfänglichkeit der unbewußten Seele für die in ihnen auftretenden Harmonien erklärt) und die Bahngeschwindigkeiten der Planeten gemeinsam auf die so konstruierten Harmonien zurückführen lassen.

Wichtiger als diese zeitgebundenen Einzelheiten ist für uns die erkenntnistheoretisch-metaphysische Betrachtung, die *Kepler* an sie anknüpft. Die Harmonien sind wie alle mathematischen Begriffe nicht aus der Erfahrung abgeleitet, sondern haben ihren Ursprung im Geist selbst. Denn wie schon *Platon* erkannt hat, läßt die Mathematik Schlüsse von einer Sicherheit und Genauigkeit zu, welche die Erfahrung nicht gewähren kann. Andererseits finden wir die mathematischen Gesetze in der Natur vor, ja die Mathematik erweist sich als das tauglichste Handwerkszeug der Naturerklärung. Der Mensch begegnet also in der Natur gleichsam sich selbst wieder. Da er aber die Natur nicht selbst gemacht hat, deutet diese Begegnung auf einen gemeinsamen Ursprung. Die Natur ist göttlichen Ursprungs, und weil der Mensch nach Gottes Bilde geschaffen ist, kann er die Natur begreifen. Der Naturforscher denkt Gottes Schöpfungsgedanken nach.

Es ist kein Zufall, daß gerade an diesem Punkte der Entwicklung der Gedanke eines objektiven Symbolwertes der Natur durchdacht wird. Erinnern wir uns an die Symbolik einfacher Ausdruckserscheinungen, wie die des Weinens. Zunächst ist das Symbol so selbstverständlich, daß es gar nicht als Symbol empfunden wird, sondern als die Sache selbst. Erst nachdem man gelernt hat, begrifflich den Kummer von der Träne zu unterscheiden, hat der Satz: „Wer weint, ist traurig“ einen Sinn. Der Satz wird wichtig, weil sein Gegenteil wahr sein könnte; erst das Mißtrauen zwingt das Vertrauen, sich zu äußern. Was die Welt bedeutet, muß man erst ausdrücklich sagen, wenn die Möglichkeit auftaucht, daß sie nichts bedeutet.

Diese Möglichkeit aber taucht mit der Rückwendung von Gott zur Welt auf, mit der die Neuzeit beginnt. Nun wird das Diesseits überragend wichtig. Die Einzelheiten werden beachtet. Damit werden symbolische Formen, in denen das Mittelalter auf selbstverständliche Weise seinen Glauben und sein Erlebnis ausgesprochen hatte, zu leeren Autoritätsforderungen. Dem Mittelalter war die Wahrheit im Grunde schon etwas Gegebenes; der Mensch hatte sie sich nur anzueignen und sich selbst nach ihr zu formen. Jetzt hingegen wird die

Methode wichtig, die den Weg zur unbekannten Wahrheit verbürgt und in allen Unternehmungen den Erfolg garantiert. Neben dem Symboliker *Kepler* steht der Methodiker *Galilei*. *Descartes* und *Bacon* wollen durch die richtige Methode die Philosophie neu begründen. Etwas früher schon hatte *Machiavelli* die Politik als methodisches Problem behandelt. In den jesuitischen Exerzitien wird selbst das religiöse Erlebnis methodisch gelenkt. Nur in dieser Zeit konnte auch die theologische Streitfrage, ob das Abendmahlbrot der Leib Christi sei oder ihm nur bedeute, ihre überragende Wichtigkeit gewinnen; während das ursprüngliche christliche Empfinden die Frage nicht zu stellen brauchte, weil es Sein und Bedeutung im Erlebnis nicht trennte. Im Rahmen dieser Selbstbesinnung muß die bewußte objektive Symbolik als ein Versuch gelten, die schon auseinanderstrebenden großen Wirklichkeiten Gott und Welt aneinander zu binden. Konnte dieser Versuch gelingen? —

Wir kehren noch einmal zum mittelalterlichen Ausgangspunkt zurück.

Die Lehre von Schöpfung und Sündenfall ist paradox. Die Annahme eines zugleich allgütigen und allmächtigen Gottes ist gedanklich unvereinbar mit der Anwesenheit des Leidens und der Schuld in der Welt. Gleichwohl konnte man auf keine der beiden Seiten dieser Lehre verzichten. Daß Leiden und Schuld die Welt erfüllen, läßt sich nicht leugnen. Aber auch die Vorstellung von Gottes Allmacht und Allgütigkeit war nicht nur äußerlich durch ein Dogma festgelegt; nachdem das Erlebnis, das sich in ihr ausspricht, einmal den Menschen zugänglich war, vermochte ihm keine geringere Vorstellung von Gott mehr zu genügen. Ein Gleichnis für Gott wie das der unendlichen Kugel, deren Mittelpunkt überall ist, bedeutet darum, so nahe es unserer Sehnsucht liegt, doch zugleich den Gipfel der Paradoxie. Bei seiner Deutung kommt in der Tat alles darauf an, daß diese Paradoxie erkannt und festgehalten wird. Dieses Gleichnis will ebenso wie alle ihm verwandten Sätze der Mystik nicht eine „richtige“ Aussage über die Welt sein, wenigstens nicht, solange es in der Begriffswelt unseres täglichen Lebens gedeutet wird. Nur eine Änderung des gesamten Seins eines Menschen gibt ihm die Möglichkeit, eine neue „Meditationsstufe“ zu betreten, auf der die Begriffe neue Bedeutungen zeigen. Nur so weit, als du Gott in deiner Seele allmächtig und allgütig wirken läßest, wirst du seine Allmacht und Allgütigkeit begreifen. Dann wirst du allerdings wissen, daß du im Mittelpunkt Gottes bist, und nicht nur du, sondern alle Wesen und alles Geschehen. Soweit sich diese Verwandlung aber in dir noch nicht vollzogen hat, kannst du den Satz gar nicht verstehen und kannst ihn darum, wenn du redlich bist, auch nicht aussprechen, es sei denn als Ausdruck der Sehnsucht und des Glaubens. Denn nur in der Form der Paradoxie kann sich in der Vorstufe die Tatsache zeigen, daß es eine andere, eigentliche Stufe gibt; wer sich dem Stachel dieses Widerspruchs entzieht, entzieht sich dem Weg der Lösung.

Wenn *Nikolaus von Kues* die Welt an Gottes Unendlichkeit teilhaben läßt, so hebt er damit die Paradoxie nicht auf. In seiner Lehre von dem Zusammenfallen der Gegensätze in Gott und von der „wissenden Unwissenheit“ (*docta ignorantia*), in der wir allein den Grund der Dinge erfassen können, macht er sie vielmehr gerade zum Ausgangspunkt. Erst auf jener anderen, eigentlichen Stufe gewinnt die äußerste Annäherung der Welt an Gott ihren Sinn. Nur der wissende Unwissenheit enthüllt sich in jedem Ding der Ursprung. Nur die Liebe, die Gott selbst uns schenkt, begegnet in jedem seiner Geschöpfe dem Schöpfer.

Dies ist ein Sattelpunkt in der Entwicklung des Denkens. Schon der nächste, historisch wohl unvermeidliche Schritt, der Gott und die Welt endgültig zu verbinden scheint, indem er sie gleichsetzt, ist in Wirklichkeit der Anfang ihrer unwiderruflichen Trennung. Schon bei *Nikolaus von Kues* scheint die Spannung des ursprünglichen Erlebnisses der Mystiker manchmal ins rein Gedankliche abzugleiten. Bei dem nächsten großen Verkünder der unendlichen Welt, *Giordano Bruno*, ist, mag er begrifflich auch den Unterschied von Gott und Welt noch zugeben, tatsächlich nur noch von der Welt die Rede. Auf die Welt fällt nun der Glanz der Unendlichkeit, der dem Altertum fremd und im Mittelalter Gott vorbehalten war. Um dieses Glanzes willen liebt und erobert der neuzeitliche Mensch die Welt. Noch *Kepler* empfindet mittelalterlich und kann seine Gedanken nur mit Schaudern durch die unendlichen Räume der Welt *Giordano*

Brunos führen. Nicht viel später sieht man die Zertrümmerung der kristallinen Himmelssphären als eine Erlösung an von einer unerträglichen Einengung, in der kein freier Geist zu atmen vermochte.

Von diesem Punkt aus führen mehrere Wege weiter. In einigen großen Gestalten des modernen „Pantheismus“ ist das Bewußtsein deutlich geblieben, daß diese Welt, die wir lieben, eine Welt des Widerspruchs ist, und daß darum die Lehre von der Göttlichkeit der Welt ein Geheimnis und eine unendliche Aufgabe enthält. Wo man hingegen den Widerspruch unging und sich an die Welt verlor, da enthüllte die Liebe zur Welt mehr und mehr einen dämonischen Charakter. Sehnsucht schlägt um in Gier, Erfüllung in Sattheit. Das bewundernde Schauen verwandelt sich in das zerlegende Wissen, das die Voraussetzung der unbegrenzten Macht ist. Das praktische Leben der Neuzeit enthält genug Beispiele für diese Entwicklung. Die Naturwissenschaft hat, zumal mit ihrer technischen Seite, an diesem zweiten Weg Anteil. In ihrer theoretischen Lehre ist sie einen dritten Weg gegangen, der freilich mit dem zweiten zusammenhängt, den Weg der Ernüchterung.

Kepler vernahm unmittelbar die göttliche Harmonie in der Planetenbewegung. *Newton* leitete die *Keplerschen* Gesetze aus einem mechanischen Grundgesetz ab, von dem er aus methodischen Gründen alle metaphysischen Hypothesen ferngehalten wissen wollte. Nur weil er mit diesem Gesetz die Entstehung des Planetensystems, seinen regelmäßigen Bau und seine Stabilität über sehr lange Zeiten nicht erklären konnte, sah er in diesen Punkten einen Beweis für die Existenz eines intelligenten Schöpfers. *Laplace* glaubte die mechanische Lösung der von *Newton* offengelassenen Fragen gefunden zu haben und antwortete auf die Frage, wo denn nun in seinem System noch Raum sei für Gott: „Ich hatte diese Hypothese nicht nötig.“

Beide Schritte waren unvermeidlich. *Keplers* Weltbild ist die großartige Phantasie eines einzelnen. In seinen harmonischen Spekulationen sind tiefe Einsichten mit Irrtümern verbunden. Und gerade vom religiösen Standpunkt aus kann man fragen, wo denn in seinem Bilde noch jene innere Spannung der Welt vorkomme. Wir empfinden seine Liebe zur Welt wohl nur darum als frei von dem Element des Dämonischen, weil sie so naiv hingerissen ist von der Größe Gottes in seiner Schöpfung, und weil wir wissen, was für ein Leben hinter ihr gestanden hat. Denkbar wäre vielleicht gewesen, daß Spätere eben im Sinne von *Keplers* Grundhaltung über ihn hinausgegangen wären. Aber hier setzt sich der methodische Charakter der neuzeitlichen Wissenschaft durch. *Keplers* astronomische Erkenntnisse waren lehrbar, sein religiöses Erlebnis nicht. Nachdem aber einmal der symbolische Zusammenhang zwischen Gott und Welt zerrissen ist, kann ein materieller Zusammenhang erst recht nicht gerettet werden. Der Schritt von *Kepler* zu *Newton* ist historisch begreiflich, der von *Newton* zu *Laplace* sachlich notwendig. Für *Kepler* deuten die positiven Erkenntnisse der Wissenschaft auf Gott, während für *Newton* gerade nur ihre Lücken für Gott Raum lassen. Derartige Lücken aber pflegen in der weiteren Entwicklung ausgefüllt zu werden, und die Wissenschaft darf sich nicht zufriedengeben, ehe sie ausgefüllt sind. Mögen auch die Hypothesen von *Laplace* im einzelnen falsch gewesen sein, so muß sich doch gewiß jeder Naturforscher das Ziel setzen, in seinem Arbeitsbereich die Hypothese Gott überflüssig zu machen. Gott und die abgebläßten, halbreliгиösen Begriffe, die man in neuerer Zeit oft für ihn eingesetzt hat, bezeichnen als naturwissenschaftliche Hypothesen zur Erklärung einzelner Faktoren stets nur unfertige Stellen der Wissenschaft und befinden sich darum mit dem Fortschritt der Erkenntnis auf einem fortgesetzten und wenig ehrenvollen Rückzug.

(Schluß folgt.)

Über die Nebenprodukte der Paraffin-Oxydation

Von Dr. LUDWIG MANNES, Düsseldorf

Mitteilung aus der Versuchs-Abteilung der Firma Henkel & Cie., Düsseldorf

Als man sich in Deutschland entschloß, die Paraffin-Oxydation großtechnisch durchzuführen, verfolgte man das Ziel, Seifenfettsäuren zu erzeugen, d. h. aliphatische Carbonsäuren mit etwa 10—20 C-Atomen, deren Alkali-Salze im wässriger Lösung Netz-, Schaum- und Waschvermögen besitzen. Auch für die Herstellung von synthetischem Speisefett¹⁾ sind die Fettsäuren genannter Kettenlänge am geeignetesten. Es läßt sich jedoch bei der Luftoxydation von Paraffin-Kohlenwasserstoffen nicht vermeiden, daß neben den Fettsäuren mit den genannten Grenzen von 10—20 C-Atomen auch solche niedriger oder höherer Molekulargröße gebildet werden. Außerdem entstehen in mehr oder weniger großem Umfang überoxydierte Carbonsäuren, wie z. B. Oxy- und Ketosäuren, Dicarbonsäuren u. dgl. sowie neutrale sauerstoff-haltige Reaktionsprodukte, wie Alkohole, Aldehyde und Ketone. Die Bildung dieser Nebenprodukte war zunächst vollkommen unerwünscht, und es wurde nichts unversucht gelassen, ihre Entstehung ganz bzw. weitgehend zu unterdrücken. Man suchte dieses Ziel vom Verfahren her durch Auswahl der günstigsten Bedingungen, der wirksamsten Katalysatoren, wie von der Seite des Ausgangsmaterials her zu erreichen. Obwohl es gelungen ist, den Anfall, insbes. an überoxydierten Carbonsäuren, stark einzuschränken, ist doch die Menge der Nebenprodukte in Anbetracht des technischen Umfangs der Paraffin-Oxydation sehr groß geblieben. Ihre Gewinnung und zweckentsprechende Verwertung bildet ein wichtiges Problem der Paraffin-Oxydation, das heute, so kann man wohl sagen, weitgehend gelöst ist. Aus anfänglich sehr lästigen Abfallprodukten sind in der kurzen Zeit der technischen Entwicklung der Paraffin-Oxydation wichtige Wertstoffe geworden, die geeignet sind, vorhandene industrielle Rohstofflücken auszufüllen. Hiermit vollzog sich auch ein Wandel in der Ansicht bezüglich des Anfalls dieser Produkte. Man betrachtet sie schon heute nicht mehr als unbedingt zu unterdrückende Abfallstoffe, sondern als Nebenprodukte, die das Verfahren bereichern und wirtschaftlicher gestalten. Es ist daher von Interesse, die Bedeutung der Paraffin-Oxydation einmal von der Seite der Nebenprodukte aus zu untersuchen. Zunächst

soll auf die Abhängigkeit der Bildung der Nebenprodukte von den Rohstoffen und von den Verfahrensbedingungen näher eingegangen werden.

Rohstoffe.

Im Interesse eines wirklichen und bleibenden Erfolges der Paraffin-Oxydation ist es erforderlich, Fettsäuren mit vollkommen gestreckter Paraffin-Kette, wie sie von der Natur gebildet werden, oder mit nur wenig verzweigter Kette zu erzeugen, da von ihnen allein die beste Eignung für die Herstellung brauchbarer Seifen und einwandfreier synthetischer Fette zu erwarten ist. Hierfür kommen aber nur n-Paraffine oder Paraffine mit schwach verzweigter Kette bzw. Gemische derartiger Kohlenwasserstoffe als Ausgangsstoffe in Betracht. Obwohl aus Untersuchungen an Fettsäuren, die durch Oxydation von teilweise verzweigten Paraffinen gewonnen wurden, geschlossen wurde, daß der Angriff des Sauerstoffs bevorzugt an den Verzweigungsstellen unter Abspaltung der Seitenketten und Bildung von geradkettigen Carbonsäuren erfolgt²⁾, so sind doch Paraffine mit stark verzweigter Kette zur Bildung von Seifenfettsäuren ungeeignet. Ihre Oxydation führt, abgesehen von der Bildung beträchtlicher Mengen von Fettsäuren mit verzweigter Kette, vor allem zu niedermolekularen und durch Sauerstoff in erheblichem Umfang substituierten, d. h. überoxydierten Carbonsäuren, die weder befriedigende waschtechnische Eigenschaften besitzen noch zur Synthese von Speisefetten geeignet sind³⁾. Die Ausbeute an Fettsäuren bestimmter Molekulgröße wird ferner durch die Länge der C-Kette des Ausgangsmaterials stark beeinflußt. Die Kohlenwasserstoffe dürfen weder zu hoch- noch zu niedermolekulär sein. Die günstigsten Ergebnisse bezüglich Qualität und Ausbeute der Seifenfettsäuren liefert die Oxydation von n-Paraffinen mit 20—30 C-Atomen. Ungesättigte Paraffin-Kohlenwasserstoffe werden zweckmäßig vor der Luftoxydation zu gesättigten Paraffinen hydriert. Cycloaliphatische Kohlenwasserstoffe führen zu den bekannten und wegen ihres anhaltenden Geruches unerwünschten Naphthensäuren.

Bis zum Vierjahresplan standen uns als geeignete Ausgangsstoffe zur Oxydation nur Braunkohlen- und Erdöl-Paraffin

¹⁾ H. Frank, Chemiker-Ztg. 44, 309 [1920]; G. Wietzel, diese Ztschr. 51, 535 [1938]; A. Imhausen, Kolloid-Z. 103, 105 [1943].

²⁾ G. Wietzel, l. c. S. 532.

³⁾ Nach eigenen unveröffentlichten Untersuchungen.