

Zukunftsbild eines Astrophysikers

Aufnahme eines Gesprächs mit Fritz Zwicky durch Dr. Otmar Hersche am 18.1.1968;
Erschienen im Sammelband, hrsg. von Otmar Hersche: Was wird morgen anders sein? Wissenschaftler
sehen die Zukunft. Olten: Walter 1969, 190-206

A. Das morphologische Weltbild

Im folgenden will ich nicht allgemein vom Zukunftsbild *der* Astronomen sprechen. Es würde sich wohl bald herausstellen, dass es ebenso viele Zukunftsbilder wie Astronomen gibt - und diese Vielheit darzustellen ist höchstens für Romanschriftsteller und vielleicht für Psychologen interessant.

Das Thema muss also dahin präzisiert werden, dass es sich um das Weltbild handelt, wie ich es sehe, und zwar nicht nur als Astronom, Astrophysiker, Physiker und Raketenforscher, sondern allgemeiner als Methodologe und Morphologe, der sich nicht nur für spezielle wissenschaftliche Disziplinen interessiert, sondern auch für deren Auswirkungen auf den Menschen und die menschliche Gemeinschaft überhaupt. Es handelt sich also im folgenden um das von einem Morphologen erschaute Weltbild, der im speziellen mit Astronomie, Physik und Raumforschung vertraut ist, wobei wir nicht nur vom äusseren Raum oder vom extraterrestrischen Raum sprechen, sondern auch vom inneren Raum, das heisst vom Innern der Erde, des Mondes, der Planeten und der Sonne sowie auf der Erde vom Innern der Ozeane.

Ich nenne das Weltbild, das die wesentlichen Phänomene der materiellen und der geistigen Welt richtig wiedergibt, das *morphologische Weltbild*. In ihm erschauen wir alle strukturellen Zusammenhänge in widerspruchloser Form. Wie gesagt, enthält dieses Weltbild Informationen über die äussere materielle Welt sowie auch über die vielen geistigen inneren Welten der einzelnen Menschen.

Es sei schon hier ausdrücklich betont, dass wir bis heute noch keineswegs das richtige Weltbild erschaut haben. Sonst verstünden wir ja alle Phänomene in der materiellen und der geistigen Welt, wir wüssten, wie sie zu meistern und wie sie zum organischen Gedeihen der menschlichen Gemeinschaft einzusetzen sind. Alle Verirrungen des Geistes wären überwunden, und wir hätten eine gesunde, freie und vernünftige Menschheit in einer gesunden, freien und vernünftigen Welt. Davon sind wir aber weit entfernt. Noch haben wir etwa einen Krieg pro Jahr wie während der letzten fünftausend Jahre; und auch der Ernährungs- und Gesundheitszustand der Welt bessert sich kaum. Die Geisteskrankheiten, gefördert von den Komplikationen des modernen Lebens, nehmen eher zu, und ein Grossteil der Menschen lebt in einem Zustand der gärenden Unzufriedenheit und der unterdrückten Verzweiflung.

Nichtgezügelter Nebenwirkungen des wissenschaftlichen und technischen Fortschrittes schlagen uns wie Wellen über den Kopf; die Grossstädte sind hoffnungslos verklemmt; die Luftverpestung durch den Auspuff der Automobile ist schon gesundheitsgefährlich und verursacht gewaltige Verluste an Arbeitskraft und Lebensfreude; die Verschmutzung der Gewässer wirkt in der gleichen Richtung; Luftverkehr und Kommunikationsmittel werden trotz unerhörter technischer Fortschritte immer verwickelter, während der direkte Austausch und die Beziehungen von Mensch zu Mensch auf ein immer tieferes Niveau sinken. Und über allem droht die Entwicklung auf dem Gebiete der Atomenergie und der Raumschiffahrt, das heisst die Beherrschung des äusseren Raumes, sowie die kommende Öffnung der Ozeane und des Innern der Erde, alles Entwicklungen, welche die menschliche Gemeinschaft in gefährlicher Weise aufspalten und unheilbare Konflikte schaffen können.

Die weisesten Menschen haben zu allen Zeiten den Ursachen der Übel nachgejagt und nach Mitteln zu ihrer Überwindung gesucht, bis heute aber ohne durchschlagenden Erfolg. Es sind deshalb in den letzten Jahrzehnten und besonders seit dem Zweiten Weltkrieg die grössten Anstrengungen gemacht worden, um

Denkmethoden und systematisch geplante Vorgehen zu entwickeln, die weit über blosser Wissenschaft hinausgehen und nicht nur dahin zielen, alle Fortschritte organisch zu verwerten und alle verheerenden Nebenwirkungen zu vermeiden, sondern auch eine geistig gesunde und einheitliche Welt zu schaffen. Dazu braucht es nicht nur wissenschaftliche, technische und psychologische Kenntnisse grundlegender Art, sondern auch Menschlichkeit, Zivilcourage und einen unerschütterlichen Willen, vor keinen Vorurteilen haltzumachen und sich für die Verwirklichung der einmal als richtig erkannten Ergebnisse aller Forschung bedingungslos einzusetzen.

B. Eine Welt oder keine

Es gab in der Vergangenheit Männer, die so dachten und handelten. Ich nenne unter den vielen nur etwa Paracelsus, Pestalozzi, General Dufour und Henri Dunant und, in unserer Zeit, Fridtjof Nansen, die alle Grösstes leisteten. Aber sie waren Einzelgänger, und Einzelgänger werden unter den heutigen Umständen nicht in der Lage sein, die Welt ins richtige Geleise zu bringen. Auch die Giganten brauchen Mitarbeiter, die nicht nur alles Spezialistentum in sich vereinigen, sondern integral vorzugehen imstande sind.

Es sind denn in diesem Sinne auch während der letzten Jahrzehnte Dutzende von vielversprechenden Anfängen gemacht worden. Von diesen erwähne ich nur einige, bei denen ich selbst die Gelegenheit hatte, mitzuarbeiten, was nicht bedeutet, dass andere Vorstösse sich nicht als ebenso wertvoll oder als wertvoller erweisen werden.

Der König der Belgier und seine wissenschaftlichen Berater beriefen zum Beispiel im September 1961 die *Conférence des Sommets* oder *Kulturelle Spitzenkonferenz* nach Brüssel. Während einer Woche trugen drei Dutzend Spezialisten aus allen Gebieten der Wissenschaft, Technik, Medizin und Kunst ihre Ideen vor. Für jede Disziplin waren je ein Theoretiker und ein Praktiker anwesend, und alle Veranstaltungen waren für ein grosses Publikum zugänglich. Dies entsprach der wichtigen Idee, dass die Welt nicht weiter gespalten werden dürfe, indem sich die Wissenschaftler und Gelehrten immer mehr vom Mann auf der Strasse distanzieren.

Ob wir am Ende «Eine Welt oder keine» haben werden, hängt zum grossen Teil davon ab, ob die Wissenschaftler endlich zur Einsicht kommen, dass alle erarbeiteten Ergebnisse der Forschung nicht nur allen Menschen in verständlicher Weise zur Kenntnis gebracht werden müssen, sondern dass es mit den grossen Belangen der Welt nicht befriedigend weitergehen wird, wenn nicht Spezialisten und Laien aktiv zusammenarbeiten.

Ein weiteres Beispiel ist die Organisation durch französische industrielle Gruppen zusammen mit dem Erziehungsministerium des Betriebs der *Cité de Généralisation du Canisy* in der Nähe von Deauville. Dort wurde eine Siedlung von Wohnhäusern, Versammlungslokalen und Laboratorien aufgebaut in der Absicht, Experten aus allen Ländern zu dreijährigen Aufenthalten einzuladen und in dieser Zeitspanne je ein grosses Problem, wie Gesundheitsmassnahmen, Bevölkerungsprobleme, internationale Kommunikation und Verkehr, Verpestung der Atmosphäre und der Gewässer, Planung von Siedlungen und Grossstädten, um nur einiges zu nennen, zu bearbeiten.

Weiter zu erwähnen sind die bemerkenswerten Anstrengungen von Constantinos Doxiadis und seinem Stab vom Technologischen Institut in Athen, die Grossstädte zu sanieren und neue Siedlungen, wie etwa Islamabad als Hauptstadt von Pakistan, von Anfang an auf einer den materiellen und geistigen Bedürfnissen der Bevölkerung optimal angepassten Basis aufzubauen. Zusätzlich zur integralen Planung durch seine siebzehn über die Welt verteilten Büros macht sich Doxiadis den Rat von Experten auf allen Gebieten zunutze, die jedes Jahr an der von ihm veranstalteten Delos-Konferenz teilnehmen, die jeweils auf einem eine Woche zwischen den griechischen Inseln kreuzenden Schiff stattfindet und so wohl die anregendste

Gelegenheit zum Austausch von Informationen und zum weit vorausschauenden Planen bietet.

Nicht zu vergessen ist auch etwa die Pestalozzistiftung von Amerika, die wohl uneigennützigste philanthropische Organisation der Welt, die von ihrem Gründer H. C. Honegger und seiner Frau Corinne auf die genialste und wirkungsvollste Weise geleitet wird. In der Schweiz ist die Arbeit dieser Stiftung leider noch zu wenig bekannt, obwohl sie durch die Pestalozzistiftung für die Förderung der Ausbildung Jugendlicher aus schweizerischen Berggebieten bereits Bedeutendes geleistet hat.

C. Kluft zwischen Wissenschaft und Publikum

Im allgemeinen haben sich die Wissenschaftler nicht sehr rühmlich hervorgetan, um die Kluft zwischen Wissenschaft und Technik und der menschlichen Gemeinschaft zu überbrücken. Die meisten haben es vorgezogen, ihren eigenen egoistischen Zielen nachzujagen, und haben nur zu oft ihre Seele zur Erreichung von Ruhm, Stellung und Besitz verkauft.

Es bleibt uns immer noch die grosse Aufgabe, Pestalozzis Vision zu verwirklichen und nicht nur die Resultate aller Forschung und allen Fortschrittes jedem zugänglich zu machen, sondern auch das Potential der Menschen durch optimale und konstruktive Zusammenarbeit aller mit allen zu mehren. Die Sucht nach prominenten Stellungen, nach Medaillen und Nobelpreisen hat gelegentlich so groteske Formen angenommen, dass sich gewisse sogenannte Forscher ihr ganzes Leben anstrebten, gegenseitige Bewunderungsgesellschaften zu schaffen, die es dann fertigbrachten, ihnen aufgrund der von den Mitarbeitern geleisteten Arbeit alle Ehren für sich selbst einzuheimsen. Diejenigen, welche konstruktiv für die jetzt angenommenen Verträge über Atombombenversuche, über den äusseren Raum und insbesondere den Mond gearbeitet haben, gehen dabei als anonyme Menschenfreunde leer aus.

Ich erwähne diese Dinge, um die Allgemeinheit darauf aufmerksam zu machen, dass wir in der nächsten Zukunft Gefahr laufen, Opfer der grössten Heuchelei zu werden.

D. Wissenschaft für die Menschheit oder Zeitalter der Heuchelei?

Immerhin dämmert es in den Köpfen einer sich mehrenden Zahl meiner wissenschaftlichen Kollegen, dass es so nicht weitergehen kann. Wissenschaft als Beschäftigung für Streber oder aber auch für Gentlemen, wie es noch am Anfang des Jahrhunderts war, wird nicht mehr lange das Ansehen der Welt geniessen. Das neue Schlagwort derer, die eingesehen haben, dass wir einen neuen Ausblick brauchen, ist «Wissenschaft für die Menschheit».

Zum Beispiel hat der Präsident des California Institute of Technology in Pasadena, an dem ich 42 Jahre dozierte und das mit an der Spitze der amerikanischen Universitäten steht, uns Fakultätsmitgliedern nahegelegt, an der Beschaffung von 100 Millionen Dollar für unser Institut mitzuarbeiten. Erklärter Zweck ist « Science for Mankind » - «Wissenschaft für die Menschheit ».

Aber hier erhebt sich die grosse Frage. Erfreulicherweise sind schon warnende Stimmen laut geworden: « Kommt jetzt das Zeitalter der gigantischen Heuchelei, oder meint ihr Wissenschaftler, was ihr sagt? » In der Tat muss jeder von uns herausgefordert werden: « Stand up and be counted », das heisst: « Zeige, was du geleistet hast, nicht nur in deiner Wissenschaft, sondern in selbstloser Weise im Einsatz deiner Kenntnisse zur Schaffung einer gesunden Welt. »

Wie vorher erwähnt, sind schon einige Ansätze vorhanden, mit dem Ziel «Wissenschaft für die Menschheit» Ernst zu machen. Unerlässlich sind, wie gesagt, absolute Vorurteilslosigkeit, umfassende Kenntnisse, Zivilcourage und Zusammenarbeit aller, die guten Willens sind. Ich erwähne hier als Beispiele nur zwei Organisationen, welche diese Ziele anstreben, nämlich die Gesellschaft für Morphologische Forschung und die Internationale Akademie für Astronautik, die beide vor etwa sieben Jahren gegründet wurden. Beide sind internationalen Charakters und in keiner doktrinären Abhängigkeit von irgendeiner Regierung, Rasse, von

einem bestimmten Glauben oder irgendwelcher Institution.

E. Morphologische Forschung und Aktion

Die Gesellschaft für Morphologische Forschung beschäftigt sich mit allen Problemen der Wissenschaft, Technik, Medizin und der menschlichen Gemeinschaft überhaupt, wobei sie von universellen und während der letzten Jahrzehnte neu entwickelten Methoden des Denkens und Vorgehens Gebrauch macht. Neben der Systematisierung von Entdeckung, Erfindung, Forschung, Planung und Konstruktion bemüht sie sich insbesondere, den Ursachen aller Konflikte auf die Spur zu kommen, die sie den die Grosszahl der Menschen beherrschenden Vorurteilen und geistigen Verirrungen zuschreibt. Einer ihrer wesentlichen Erfolge besteht in der Formulierung einer universellen theoretischen und praktischen Methodologie, die allen Wissenschaften und allem Denken und Tun vorgelagert ist und die durch Aufklärung der wesentlichen Beziehungen zwischen Objekten, Phänomenen und Ideen und der daraus sich ergebenden Planung für die Zukunft eine einheitliche und gesunde Welt zu schaffen sucht.

Es ist beabsichtigt, Vertreter der durchschlagskräftigsten Methodologien jährlich zu einem Symposium einzuladen und sie zur Mitarbeit an den dringendsten Problemen der menschlichen Gemeinschaft zu veranlassen. Ein erstes derartiges Symposium fand im Mai 1967 am California Institute of Technology statt. Die Beiträge von fünfzehn Teilnehmern behandelten Grundlagen und Anwendungen der Operationsanalyse, Informationstheorie, dynamisches Programmieren, Systems-Ingenieur-Wissenschaft, Spieltheorie und morphologische Forschung. Diese Beiträge sind unter dem Titel «New Methods of Thought and Procedure » als Monographie erschienen.

Eine andere Schrift über morphologische Forschung ist das von mir verfasste Buch «Entdecken, Erfinden, Forschen im morphologischen Weltbild» (Knaur-Droemer Verlag, München 1966).

Ich organisiere übrigens die Herausgabe von etwa zwei Dutzend Monographien über die Anwendung der morphologischen Forschungsmethoden auf Probleme der Medizin, Biologie, Psychologie, Physik, Chemie, Astronomie, Architektur sowie auf Musik, Malerei usw.

Besonders am Herzen liegt mir eine integrale und vernünftiger Formulierung und Durchführung der Erziehungsmethoden, entsprechend Pestalozzis Auffassung, dass es sich bei jedem Menschen um etwas Ganzes und Einzigartiges handelt.

Noch ein paar Hinweise zur Verdeutlichung der morphologischen Methode: Es handelt sich um ein totales Erfassen aller Beziehungen zwischen Objekten, Phänomenen und Ideen. Um ein Beispiel zu geben: In den Lehrbüchern der Mathematik und der Geometrie werden - soweit mir das bekannt ist - nur ein Beweis, im besten Fall ein paar wenige Beweise des pythagoreischen Lehrsatzes angeführt. Es wird aber nicht gefragt nach allen möglichen Beweisen - zum Beispiel nach der grossen Klasse jener Beweise, die nach geometrischen Regeln erfolgen, oder nach den Beweisen, die Rechenmethoden voraussetzen. Als Denkübung und auch für die Praxis in der Schule wäre es aber interessant, zu fragen: Welches sind alle möglichen Beweise des pythagoreischen Lehrsatzes?

Von praktischer Bedeutung war das Problem der geraden Linie Man muss mit Diamanten auf Glas oder auf Spiegelmetall gerade Linien kratzen können, um eines der wichtigsten Geräte der Physik und Technik herzustellen, nämlich optische Beugungsgitter. Seit sechzig Jahren hat man an diesem Problem gearbeitet, aber erst jetzt konnte es gelöst werden. Nun kann man selbstverständlich solche Gitter kratzen ohne Kenntnis aller Möglichkeiten, gerade Linien zu konstruieren. Um die besten Gitter zu schaffen, muss man aber schon aus einer grösseren Gruppe von Methoden die effektivsten auswählen können.

Dann muss man alle Methoden überblicken, wenn man nicht bloss optische Gitter, sondern auch moderne lineare Akzeleratoren und lange Schienenstränge zur Beschleunigung von Raketenschlitten auf grosse Geschwindigkeiten bauen will. Ein solcher Akzelerator von drei Kilometer Länge wurde zum Beispiel an der Stanford-Universität in Kalifornien gebaut und mit Laserstrahlen ausgerichtet. Der längste Schienenstrang

von elf Kilometer Länge zur Beschleunigung von Raketenschlitten auf eine Geschwindigkeit von 0,5 km/sec wurde in Alamogordo in Neu-Mexiko erstellt und soll nun verlängert werden.

All diese Aufgaben und Probleme haben ungeheure Summen verschlungen, weil sich niemand an das Wort « alle » hielt, das heisst, weil niemand « alle Methoden » suchte, die zur Konstruktion gerader Linien führen. In jedem Fall muss eine andere Lösung gefunden werden, je nachdem, ob es sich um optische Gitter, um Beschleunigungsmaschinen für Elementarteilchen oder um eine Startrampe für die Beschleunigung eines Raketenschlittens handelt. Und zur Erarbeitung solcher Lösungsvarianten dient eben die morphologische Methode, die immer nach allen Möglichkeiten sucht.

F. Die Internationale Akademie für Astronautik

Die 1961 gegründete Internationale Akademie für Astronautik beschäftigt sich mit allen Problemen, die den extraterrestrischen « äusseren Raum » betreffen. Ihre 180 lebenslänglichen Mitglieder rekrutieren sich momentan aus 26 Ländern, die in drei Gruppen zu je sechzig die reinen Wissenschaften, das Ingenieurwesen und schliesslich Medizin, Biologie und Jurisprudenz umfassen.

Was die heute verfügbaren Kenntnisse in allen genannten Disziplinen betrifft, steht wohl die Akademie für Astronautik einzigartig da. Dies gilt für alle Fragen der Raumforschung. Unter den Mitgliedern sind diejenigen zu finden, welche diese Forschung zuerst anregten und in Gang brachten, sowie diejenigen, die besonders in Deutschland, Russland und in den Vereinigten Staaten die ersten grossen Raketen bauten. In dieser gedrängten Darstellung können nur zwei der wichtigsten Projekte der Akademie behandelt werden.

Das *erste* Projekt betrifft die Zusammenstellung aller physikochemischen, biologisch-medizinischen sowie juristisch-politischen Aspekte der Raumschiffahrt, die für eine vernünftige Formulierung der Rechtsanwendung im Raumzeitalter wichtig sind. Die bisherigen Anstrengungen des kombinierten Wissenschafts Juristen-Komitees der Akademie sowie des Institutes für Raumrecht waren denn auch nicht vergebens. Nach Verhandlungen in Genf 1966 haben 28 Nationen einen dem Antarktika-Vertrag analogen Vertrag über die Regelung der Raumschiffahrt unterzeichnet.

Das *zweite* Projekt behandelt den Komplex derjenigen Experimente und Beobachtungen in der Astronomie, Physik, Chemie, Biologie, Medizin und Technik, die auf dem Mond mit besonderer Leichtigkeit, auf der Erde aber entweder gar nicht oder nur sehr schwer durchzuführen sind. Dieser Komplex wurde in vier Symposien 1964 bis 1967 während der Zusammenkünfte in Warschau, Athen, Madrid und Belgrad behandelt. Die wesentlichen Resultate sind in entsprechenden Monographien zusammengestellt.

Da die Akademie damit rechnet, dass etwa im Jahre 1975 mit dem Bau von Laboratorien und Sternwarten auf dem Mond begonnen werden kann, wurde in Belgrad beschlossen, während der Zusammenkunft 1969 noch eine Gewaltanstrengung zu machen, um alle theoretischen Kenntnisse zusammenzustellen, die zur Erstellung der nötigen Geräte notwendig sein werden.

Es ist noch darauf hinzuweisen, dass die Akademie für Astronautik Herausgeberin der *Astronautica Acta* ist. In dieser Zeitschrift werden möglichst alle die Raumforschung und Raumschiffahrt betreffenden Aspekte behandelt. Um die geistigen Bande zwischen allen Völkern zu festigen, gibt die Akademie auch ein Vielsprachenwörterbuch heraus, das speziell die in Frage kommenden technischen Terminologien scharf umschreibt und in mindestens sechs Sprachen wiedergibt.

Die Astronomie spielt offensichtlich bei der theoretischen Planung und praktischen Verwirklichung des Marsches ins Weltall eine entscheidende Rolle. Bis vor kurzem gab es nur eine terrestrische Astronomie. Diese wird in der Zukunft durch eine extraterrestrische Astronomie ergänzt werden.

G. Die klassische Astronomie

Ich berichte nun zuerst von denjenigen Aspekten der äusseren Welt, die von den Astronomen während der letzten drei Jahrtausende erforscht wurden. Die meisten dieser Forschungen wurden mit erdgebundenen Mitteln durchgeführt, das heisst, der Beobachter und seine Instrumente waren auf der Erdoberfläche aufgestellt. Erst kürzlich ist es uns gelungen, uns von der Erde frei zu machen.

Die Astronomie der Zukunft wird also ihre Instrumente, das heisst die optischen Geräte, die Radio- und Röntgenstrahlenteleskope ausser auf der Erde auch auf hochfliegenden Ballons und Raketen, auf die Erde umkreisenden künstlichen Satelliten (earth orbiting observatories = EOO), auf interplanetarischen Raumschiffen und auf dem Mond oder Mars und andern Himmelskörpern montieren können. Das gleiche gilt für die Aufstellung anderer Auffanggeräte, wie Ionisationskammern, Geigerzähler und Wilsonkammern, die zur Registrierung der kosmischen Strahlen dienen.

Es sei ganz kurz erwähnt, was nun die erdgebundene Astronomie erreicht hat und was ihr nicht gelungen ist. Es handelt sich dabei um Forschungen in den folgenden vier Richtungen: «Geographie» des Weltalls, Charakter und Zahl der kosmischen Objekte, phänomenologischer Inhalt und Kosmologie, das heisst Interpretation der Beobachtungen.

1. Geographie des Weltalls

Die Struktur des Weltraums wurde in drei bestimmten Stufen erschlossen: Zunächst wurde der interplanetarische Raum, der Charakter des Planetensystems, durch Aristarchos von Samos (320-250 v. Chr.) entdeckt, dann unser Sternsystem, die Milchstrasse, durch Giordano Bruno (1548-1600), und schliesslich gelang 1919 die Erfassung des extragalaktischen Raumes mit seinen Milliarden von Galaxien durch Knut Lundmark (1889-1958).

Zwei grosse Probleme blieben ungelöst: die Frage, wie gross das Weltall ist, und welches, gemessen am Standardmeter, die Skala der Galaxien sein könnte.

2. Der materielle Inhalt des Weltalls

Der materielle Inhalt des Weltalls setzt sich im wesentlichen aus Sternen, Sternsystemen oder Galaxien, Galaxienhaufen und den zwischen diesen verteilten interstellaren Gasen und Staubwolken zusammen, wobei der ganze Weltraum von korpuskularen kosmischen Strahlen sowie natürlich von Licht aller Wellenlängen durchflutet ist.

Soviel wir bis heute wissen, ist die Grossverteilung der Materie in allen beobachtbaren Entfernungen dieselbe, und es sind überall die gleichen chemischen Elemente zu finden wie auf der Erde. Haufen von Galaxienhaufen gibt es merkwürdigerweise nicht, was darauf hinweist, dass das Newtonsche Gravitationsgesetz und die allgemeine Relativitätstheorie noch lange nicht das letzte Wort in der Interpretation des Geschehens im Weltall bedeuten.

Mit besonderem Nachdruck muss noch darauf hingewiesen werden, dass die Astronomen bis vor kurzem sich mit den am leichtesten auffindbaren kosmischen Objekten befassten. Es hat sich erst vor kurzem herausgestellt, dass diese gar nicht, wie man lange glaubte, die wesentlichsten Anhaltspunkte für unser Verständnis der Grossverteilung und der Evolution der Materie und der Grossvorgänge im Universum liefern. Die Auffindung von kompakten Galaxien, quasi-stellaren Radiogalaxien (Quasare), Zwerg- und Pygmäengalaxien, Pygmäensternen und vermuteten Neutronensternen, Supernovae usw. hat in der Tat alle früheren kosmologischen Theorien über den Haufen geworfen, und den Weitausschauenden ist es klar, dass zusammen mit neuen Entdeckungen auf dem Gebiete der kosmischen Strahlen und der Elementarteilchen der Materie uns noch viele Überraschungen bevorstehen, deren Charakter vorauszusagen unsere Kenntnisse und unsere Phantasie nicht genügen.

3. Der phänomenologische Inhalt des Weltalls

Die Phänomene, welche die Wechselwirkungen zwischen allen Arten von Objekten im Weltall bestimmen, scheinen überall dieselben zu sein wie auf der Erde. Das heisst, Licht aller Farben hat überall dieselben Eigenschaften; die Atome, Ionen der verschiedenen chemischen Elemente sowie der sich aus ihnen aufbauenden Moleküle emittieren und absorbieren Linien und Banden derselben Wellenlänge und Struktur wie auf der Erde. Diese Atome reagieren auch gleich auf verschiedene Einwirkungen der Temperatur, des Druckes, der magnetischen und elektrischen Felder sowie der Gravitation. Die Gesetze der klassischen Mechanik und der speziellen Relativitätstheorie, der Thermodynamik und der statistischen Mechanik scheinen im ganzen uns bekannten Teil des Weltalls ihre Gültigkeit zu bewahren.

Nur gibt es gewisse Phänomene, wie Supernovaausbrüche, universelle Rotverschiebung des Lichtes von entfernten Galaxien, ungeheure kinetische Energien von Einzelteilchen der kosmischen Strahlen, unvorstellbar dichte Zusammenballung von Materie in Zwergsternen usw., die wir auf der Erde, ihrer relativen Kleinheit wegen, nicht reproduzieren können und deshalb auch noch nicht verstehen.

4. Theorien des Weltalls

Daher ist auch die Vorläufigkeit aller kosmologischen Theorien verständlich. Es ist unmöglich, die genannten extremen Phänomene auf der Erde direkt zu studieren. Es fehlten lange Zeit die nötigen Beobachtungen, um uns für den Aufbau von Theorien über die Evolution des Weltalls eine genügend breite Basis zu schaffen; und die wesentlichen Kenntnisse über wichtigste kosmische Objekte und Phänomene fehlen uns sicher auch heute noch.

Die Theorien also, die über das Weltall aufgestellt worden sind, angefangen von den Theorien der ersten Denker vor Tausenden von Jahren bis auf den heutigen Tag, und die unzähligen Bücher und Artikel, die darüber geschrieben worden sind, sind daher alle, ohne Ausnahme, mehr oder weniger gelungene Phantasiegebilde.

Das Losungswort, das einige wenige unter uns Realisten vor etwa vierzig Jahren prägten, war: «Beobachtungen und immer noch mehr Beobachtungen»; und das hat sich denn auch durch die Entdeckung ganz neuartiger Galaxien und Galaxienhaufen, von intergalaktischer Materie, von Supernovae und Zwergsternen sowie in den kosmischen Strahlen von zahlreichen neuen Teilchenarten reichlich bezahlt gemacht. Dieses jetzt alte Losungswort gilt heute immer noch. Wir müssen noch bedeutend mehr wissen, bevor wir vernünftige Theorien vom Weltall, seines Ursprungs und seiner Entwicklung schmieden können.

Besonders ein Aspekt bleibt vollkommen im dunkeln, nämlich, ob es ausser auf der Erde noch irgendwo organisches Leben und intelligente Wesen gibt. Über diese Frage ist in den letzten Jahren so viel Vernünftiges und Unvernünftiges geschrieben worden, dass sich die Internationale Akademie für Astronautik entschlossen hat, die besten Köpfe zu einem Symposium zusammenzurufen und die vorgebrachten Meinungen und Prophezeiungen in einer Monographie zusammenzufassen und der Allgemeinheit zugänglich zu machen.

Es wird an der Konferenz wohl hart auf hart gehen, da es einige unter uns gibt, deren Überlegungen darauf hinweisen, dass Leben ausserordentlich schwer entsteht, aber leicht zerstört werden kann. Andere Astronomen dagegen kommen zum gegenteiligen Schluss.

H. Bedeutung und Wert der Astronomie

Astronomie ist die älteste der Wissenschaften. Es ist deshalb bemühend, heute noch, und zwar auch von sogenannten Gebildeten, die Frage zu hören, wozu denn eigentlich Astronomie gut sei. Doch in der Tat kenne ich keine Schrift, die klipp und klar darstellte, was Astronomie durch die Jahrtausende der

Allgemeinheit zu bieten hatte.

Hier nur einige Worte, worum es geht: Neben einer Fülle von Erkenntnissen dessen, was ausserhalb der Erde vor sich geht, ermöglichte die Astronomie durch die genaue Festlegung der Orte der Sterne, der Bewegungen der Planeten, des Mondes und der Sonne die Schifffahrt auf der hohen See, in der Atmosphäre und neuerdings im Weltraum. Sie schuf die Voraussetzung für die Vermessung der Erde und die genaue Bestimmung der Zeit für die Aufstellung des Kalenders und die damit verbundene Entwicklung wertvoller Messinstrumente.

Besonders wichtig unter den von Astronomen erfundenen Geräten sind die verschiedenen Typen von Teleskopen für Licht aller Wellenlängen und neuerdings die ungeheuer wichtig werdenden Bildröhren und Photoelektronenteleskope. Helium wurde zuerst auf der Sonne entdeckt und erst in der Folge auf der Erde isoliert.

Die spektroskopische Beobachtung aller möglichen kosmischen Körper führte zu Erkenntnissen, die zu zahlreichen praktischen Anwendungen führten.

Das wichtigste aber, was eine Wissenschaft leisten kann, ist die Überwindung von Aberglauben, von verheerenden Vorurteilen und geistigen Verirrungen. Und das haben die Astronomen in grossem Masse geleistet. Nur mussten etliche dafür ihr Leben lassen. Giordano Bruno wurde von der Kirche verbrannt und Galilei weidlich verknurrt.

Dass wir die Astrologie noch nicht völlig losgeworden sind, verdanken wir den Herausgebern von Schundzeitungen, die pekuniären Interessen ihre Seelen verkaufen und dem Publikum etwas vorgaukeln. Es bleibt also für die Astronomen, im Zusammenschluss mit den Forschern und Gelehrten anderer Disziplinen, noch viel zu tun, um der Aberrationen der Menschen Herr zu werden.

I. Astronomie in der Zukunft

Zusätzlich zur Astronomie mit erdgebundenen Instrumenten sind seit 1946 Beobachtungen von hochfliegenden Raketen und Ballons, von erdumkreisenden künstlichen Satelliten, von Raumkapseln zum Mond, Mars und zu der Venus und von Sonden auf der Mondoberfläche gemacht worden. Es ist sicher, dass viele der Probleme in der Astronomie sowie in allen andern Wissenschaften, die auf der Erde überhaupt nicht oder nur sehr schwer zu untersuchen sind, auf dem Mond ihre Lösung finden werden.

Ein wesentlicher Grund dafür liegt in der Tatsache, dass auf dem Mond die Schwerkraft sehr stark reduziert ist, dass vollkommenes Vakuum zur Verfügung steht und absolute Sterilität erreicht werden kann. Unter solchen Bedingungen können wir zum Beispiel viel reinere chemische Substanzen herstellen als auf der Erde, wir können lebende Zellen unter Bedingungen untersuchen, die auf der Erde nicht möglich sind. Es ist daher zu erwarten, dass in der Medizin, in der Erfassung von Lebensvorgängen, von Krankheiten - zum Beispiel in der Krebsforschung-, auf dem Mond viel rascher Fortschritte erzielt werden können als auf der Erde.

Für die Astronomie selber wird auf dem Mond eine neue Etappe beginnen. Auf der Erde können die Störungen der Atmosphäre nie ganz ausgeschaltet werden - auch bei den besten atmosphärischen Bedingungen gelangen keine perfekten teleskopischen Bilder. Verschiedene Strahlen - wie ultraviolette und ultrarote Strahlen, auch Röntgen- und Gammastrahlen - können die Atmosphäre nicht durchdringen. Für die Astronomen wird also der Mond ein Paradies sein - auch deshalb, weil hier während des ganzen Tages der Himmel dunkel ist, ausser in Richtung der Sonne und des schwachen Zodiaklichtes. Es ist deshalb jeder Aufwand gerechtfertigt.

Diejenigen unter den Wissenschaftlern und Laien, die an der Raumforschung Kritik üben, weil sie hervorheben, dass mit den dafür verausgabten Summen auf der Erde Besseres zu leisten wäre, sind

schlecht beraten.

Zur Lösung der schwersten Konflikte und zur Überwindung der von diesen Leuten erwähnten Übel von Krieg, Unterernährung, Krankheit, von Verpestung von Luft und Wasser, Hass zwischen den Rassen und Nationen braucht es nämlich nicht nur Geld, sondern auch selbstlosen Einsatz, Zivilcourage und Arbeit für grosse Ziele. Und das ist es gerade, was man bei vielen findet, die sich für die Erforschung von Neuland und «Neuraum », das heisst für die Erschliessung des äusseren Raums, einsetzen, nicht aber bei denen, die hämisch nörgeln, man solle vom Marsch in den Weltraum lassen und das Geld besser verwenden.

Diesen Lahmseligen möchte ich als Beispiel nur Fridtjof Nansen ins Gedächtnis rufen. Hätten sie gelebt, als er Grönland durchquerte, die Fram baute und gegen den Nordpol zog, hätten sie wohl auch genörgelt, man könnte Besseres unternehmen. Aber es war eben derselbe Nansen - und es waren nicht die Kritiker hinter dem warmen Ofen -, der den Frieden zwischen Norwegen und Schweden vermittelte, durch das Nansenbüro und die Nansenpässe die im Ersten Weltkrieg heimatlos Gewordenen betreute, die Aktion der Nansenpakete nach Russland und die Entmischung der jahrhundertlang streitenden Rassen in den Balkanstaaten und der Türkei (Anatolien) verwirklichte. Für keine dieser Aktionen (ausgenommen für die Nansenpakete) brauchte es viel Geld. Aber es brauchte Kämpfer wie Nansen; und solche Kämpfer finden sich unter den Männern und Frauen, welche die Raumschiffahrt planten und heute leiten.

Nur einen Vorwurf müssen wir Raumenthusiasten uns gefallen lassen: In der Hitze des Gefechtes und des gegenseitigen Wetteiferns haben wir nicht immer die optimalen Hilfsmittel gewählt. Es hat sich zum Beispiel gezeigt, dass Geräte auf hochfliegenden Ballons bessere Informationen über die Atmosphäre der Venus übermitteln als der am Planeten vorbeigesandte « Mariner».

Ich betone deshalb nochmals, dass Bewertungsmethoden entwickelt werden müssen, um zu entscheiden, ob gewisse Experimente und Beobachtungen am besten auf der Erde, auf hochfliegenden Ballons oder Raketen, auf künstlichen Satelliten, Raumschiffen oder auf dem Mond, Mars oder andern Mitgliedern des Planetensystems durchgeführt werden müssen.

Zu diesem Zwecke entwickeln wir eben zum erstenmal in der Geschichte eine universelle Methodologie als selbständige Disziplin, welche sich mit der Analyse allen menschlichen Tuns und Denkens beschäftigt und die Schaffung einer gesunden, organisch einheitlichen Welt zum Ziele hat.

Werke des Autors zum Thema:

Morphological Astronomy, Berlin 1957.

Entdecken, Erfinden, Forschen, München 1966.

(Mit A. G. Wilson) New Methods of Thought and Procedure, New York 1967.

Morphology of Propulsive Power, Monograph No. I of the Society for Morphological Research, Pasadena (Calif.) 1962.