

UNSERE WELT DAS UNIVERSUM

Von Prof. Dr. Max Waldmeir



Der große Spiralnebel in der Andromeda, in Größe und Struktur ähnlich unserer Milchstraße, ist zweieinhalb Millionen Lichtjahre von uns entfernt.

Neue Methoden der Weltraumforschung

Seit über drei Jahren fliegen und fliegen Dutzende von künstlichen Satelliten die Erde, oder verlassen ihren Banankreis, umkreisen den Mond oder die Sonne und werden zu künstlichen Planetoiden. Sie übermitteln uns Bilder unserer Erde von «oben», von Sonne und Mond von außerhalb unserer Atmosphäre gesehen. Der Mensch lebt auf dem Grunde eines mehrere hundert Kilometer tiefen Luftmeeres, das ihn durch über ihm die Welt verzerrt und verfälscht erscheint. Von den mannigfachen Strahlungen, welche die Himmelskörper emittieren und durch welche wir sie überhaupt erst wahrnehmen, läßt unsere Atmosphäre nur die nützliche Licht- und Wärmestrahlung sowie die harmlose Radiostrahlung durch, absorbiert aber die ultraviolette und die Röntgenstrahlung, dies übrigens zu unserem Schutze, denn diese Strahlungen umfließen die Erde in todlicher Intensität. Die gleiche Atmosphäre läßt uns den sich schwarzen Himmel licht und blau, die untergehende Sonne rot erscheinen und schützt uns vor dem Hagel der Meteoriten, von denen täglich über 1000 Tonnen die Erde treffen. Nicht nur von Strahlung, auch von atomaren Teilchen, die dem Leben gefährlich sind, ist der Raum erfüllt. Sie stürzen aus den Tiefen des Universums oder fegen als «Sonnensiedl» mit 500 bis 1000 Kilometer pro Sekunde an der Erde vorbei. Auch sie werden von dem schützenden Mantel der Atmosphäre aufgefangen oder wenigstens bis zur Gefährlichkeit abgeregnet. Seit Jahrzehnten hat die Astronomie durch das Licht der Himmelskörper das Universum erforscht, seit 15 Jahren mit Hilfe der Radiowellen aus dem Weltraum und seit drei Jahren durch alle jene Strahlen, welche unsere Atmosphäre nicht durchdringen und nur von extraterrestrischen Satelliten erfaßt, beobachtet und gemessen werden können. Die stürmische Entwicklung dieser neuen Methoden hat den astronomischen Horizont noch einmal geweitet und das Bild der Welt, in der wir leben, bereichert und gemehrt.

Unsere Sonne — Stern unter Sternen

Milliarden von Sternen erfüllen die Milchstraße. Ihr blasser Schein läßt den nächtlichen Sternenhimmel zum erhabenen Wunder der Natur werden. Aber diese Sterne stehen in unerschöpflichen Fernen, ohne Beziehung zum Menschen und ohne Nützlichkeit für das irdische Leben. Nur ein Stern nimmt eine Sonderstellung ein: dieser aber, unsere Sonne, beherrscht das ganze Leben: ohne die Strahlung unseres Tagesgestirns versänke die Erde in ewige Nacht, in die Kälte des Weltens, in Erstarrung und Tod. Die Sonnenstrahlung treibt die Winde und den Kreislauf des Wassers, regt sich, nichts bewegt sich ohne das Zutun der Sonne. Ferne Sterne, Sonnen wie die unsrige, um welche vielleicht ebenfalls Planeten kreisen, mögen diese erhellen und erwar-

men wie die Sonne unsere Erde. Seit Milliarden von Jahren hat die Sonne, Symbol des Unvergänglichlichen, ihre Strahlung in das Universum gesandt, und ungezählte Milliarden weitere Jahre wird sie mit ungeschwächter Intensität weiter strahlen, das irdische Leben immer wieder aufs neue entfalten, erhalten und erhehlen. Heute wissen wir: Sonnenenergie ist Atomenergie. Im innersten Teil der Sonne, wo die Temperatur ihrer Gase etwa 15 Millionen Grad beträgt, vollzieht sich dauernd und selbständig

bis zu 3000 Oersted. Diese Stellen sind durch ihre geringe Heiligkeit leicht als Sonnenflecken erkennbar. Die schwachen Ausläufer jener Felder allerdings durchsetzen die ganze Korona. Andere Sterne mögen große Flecken haben mit stärkeren Feldern. Ein Stern, dessen Oberfläche vermutlich von einem Fleckenpaar völlig überdeckt wird, zeigt sogar eine Feldstärke von 35 000 Oersted! In solchen Feldern wandern die atomaren Korpuskeln zu den Energien der kosmischen Strahlung beschleunigt.

Heute ist unser Sternensystem schon fast reingefiltert: nur noch 10 % seiner Masse sind als interstellares Gas vorhanden

Sternsystems abgeschlossen ist, dringt die Wissenschaft in eine neue Sphäre vor. Wenn das Universum sich über unser Sternensystem hinaus fortsetzen sollte, so wären im aufergalaktischen Raum Objekte zu erwarten, welche unserm geistlichen System ähnlich und in kosmischer Hinsicht gleichgerichtet sind. Schon seit langer Zeit waren unter den Nebelflecken solche bekannt, welche durch ihre abgeplattete oder spiralförmige Struktur auffielen. Seit Kant ist immer wieder damit spekuliert worden, ob die Spiralnebel Sternsysteme seien, ähnlich dem unsrigen, weit außerhalb desselben. Aber noch vor 40 Jahren wurde ein scharfer Kampf geführt um ihre Natur: sind sie große, aufergalaktische Sternsysteme oder kleine Gebilde innerhalb unseres eigenen Systems? Die Entscheidung fiel 1924, als es auf Mr. Wilson gelang, mit dem damals größten Spiegelteleskop die äußeren Teile des Andromedanebels in einzelne Sterne aufzulösen. Dabei wurden Sternentypen gefunden, die aus unserem Sternensystem wohl bekannt waren, und aus deren scheinbarer Heiligkeit ergab sich die Entfernung des Andromedanebels zu rund 2 Millionen Lichtjahren; er steht weit außerhalb unserer Milchstraße und ist von ähnlicher Größe und Struktur wie diese. Millionen extragalaktischer Nebel, Sternsysteme, Welteneisen und Galaxien sind inzwischen aufgefunden worden. Der Andromedanebel ist nahe genug, um gerade von bloßem Auge als nebeliges Wölkchen erkannt zu werden. Tausendmal, ferner ist millionenmal schwächer als dieser sind die fernsten bekannten Sternsysteme. In welcher Richtung man auch in den Raum vordringt, immer findet man neue Sternsysteme und überall im großen und ganzen in gleichförmiger Verteilung, wenn sich auch an manchen Stellen Ansammlungen von Dutzenden oder sogar Tausenden von Sternensystemen finden. So zeigt sich heute bis an die Grenze des erforschen Raumes eine im großen gleichförmige Struktur und nichts deutet auf ein «Universum» der Sternsysteme. Zu einem völlig unerwarteten Bild hat die Untersuchung der Bewegungen der Sternsysteme geführt: alle eilen von uns weg und merkwürdigerweise um so schneller, je weiter sie von uns entfernt sind. Das entgegenseitliche von uns entfernt gewesen sein. Die nächsten Sternsysteme sehen wir, wie sie vor einigen Millionen Jahren waren und wie sie im wesentlichen auch heute noch sind, die fernsten aber, wie sie vor Milliarden Jahren waren. Der Blick in die Tiefen des Universums ist zugleich ein Blick in seine Vergangenheit. So bietet uns der überblickbare Teil der Welt das Bild einer heftigen Expansion, die vor etwa 15 Milliarden Jahren, vermutlich in ihrer Geburtsstunde begonnen hat, als alle Materie des Kosmos auf kleinstem Raum zusammengedrängt waren.

Der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft zum Gruß!

Am Samstag und Sonntag, 6. und 7. Mai, wird die Schweizerische Astronomische Gesellschaft in Luzern ihre 19. Jahresversammlung abhalten. Dieser Gesellschaft, die heute rund 1500, meist in lokale Gesellschaften (so die Astronomische Gesellschaft Luzern) zusammengefaßte Mitglieder zählt, gehören neben Amateurastronomen auch die meisten Berufsastronomen der Schweiz an. Die Gesellschaft setzt sich zum Ziel, astronomisches Wissen zu verbreiten und fördert dieses, neben der Herausgabe einer eigenen Zeitschrift aktiv durch die Veranstaltung von Vorträgen und die Organisation von Spiegelschleifkursen, in denen auch zahlreiche Spiegelteleskope hergestellt wurden. Diese sind ein wertvolles Mittel, den gestirnten Himmel aus eigener Anschauung kennenzulernen und auch an einfachen Beobachtungsprogrammen mitzuwirken, wobei außer der photographischen Überwachung des Himmels speziell Beobachtungen der Planeten im Vordergrund stehen. — Wenn auch die Tagung, an der neben der Erledigung von Vereinsangelegen-

heiten noch verschiedene Kurzreferate über eigene Arbeiten gehalten werden, nicht unbedingt auf einen klaren Himmel angewiesen ist, so möge sich trotzdem das Wetter von der besseren Seite zeigen!

Morgen Sonntag, um 10.30 Uhr, wird Paul Wild von der Astronomischen Institut der Universität Bern im Konferenzsaal des Verkehrshauses einen öffentlichen Vortrag halten. Das Thema «Der Kosmos der Galaxien ist recht aktuell, hat doch die Erforschung der fernsten Gebiete unseres Weltalls durch die Ioheltriebahn großer und helbstarker Fernrohre (wie den 5-Meter-Spiegel auf Mt. Palomar) in den letzten Jahren sowie durch eine Reihe von Ergebnissen der noch jungen Radioastronomie mächtige Impulse erhalten, die unsere Vorstellungen von den entfernten, unserer Milchstraße analogen Sternsysteme und ebenso über den Bau des Weltalls als Ganzes erheblich gefördert haben.

E. R.

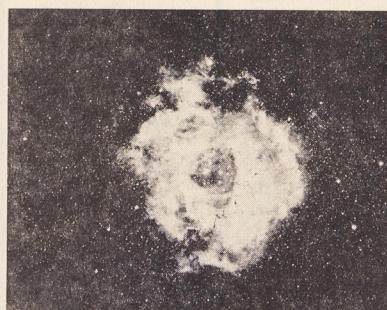
Sternsystem und Sternentstehung

Der durch die Namen von Kopernikus, Kepler, Galilei und Newton gekennzeichnete Weg der modernen Astronomie hat schon vor zwei Jahrhunderten zu einem völligen Verständnis der Bewegungen in unserem Sonnensystem geführt. Zehn Milliarden Kilometer beträgt der Durchmesser unseres heimatischen Weltwinkels, der aus der Sonne, den großen und kleinen Planeten und ihren Monden sowie der Familie der Kometen besteht. Das Herz der Sterne stand weit jenseits der Grenzen unseres Sonnensystems in unmeßbaren Fernen. Erst im letzten Jahrhundert gelang es, die Entfernungen wenigstens der nächsten Sterne zu messen. Von diesen ist das Licht mehrere Jahre unterwegs, ehe es uns erreicht, während seine Reisedauer von der Sonne nur 8 1/4 Minuten beträgt. Aber erst in den letzten Jahrzehnten gelang der Vorstoß bis zu den Grenzen unseres Sternsystems. Dieses, unsere Milchstraße, hat einen Durchmesser von 100 000 Lichtjahren und die Gestalt einer flachen Scheibe, die im Zentrum etwa 15 000, weiter außen aber nur noch 3000 Lichtjahre dick ist. Dieser Raum enthält etwa 100 Milliarden Sterne, Sonnen, ähnlich der unsrigen, die einen etwas kleineren, die andern etwas größeren, die einen helleren, die andern kühleren, die einen helleren, die andern schwächeren als unser Tagesgestirn. In ihrem Alter aber sind die Sterne sehr verschieden; neben solchen, welche schon

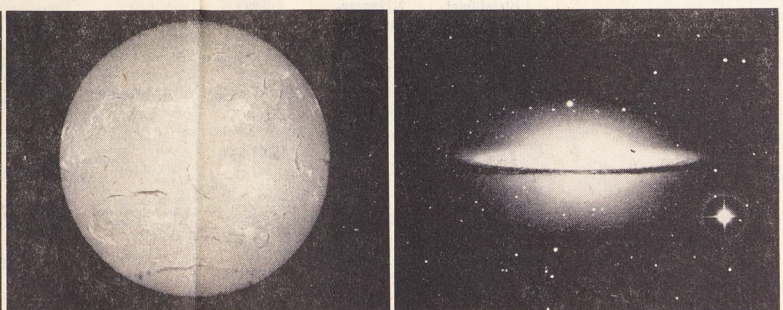
in der unvorstellbaren Verdünnung von etwa einem Atom pro Kubikzentimeter. Dieses Gas besteht fast nur aus Wasserstoff und hat uns in den letzten Jahren durch die Methoden der Radioastronomie die Struktur unseres Sternsystems verraten. Die Materie — Gas und Sterne — ist in vielen spiralförmigen Armen um den Kern des Systems angeordnet. Um diesen Kern läuft in einem Abstand von 25 000 Lichtjahren unsere Sonne in 230 Millionen Jahren einmal herum. In Gebieten, wo die Urmaterie längst abgebraucht ist, wie etwa in den kugelförmigen Sternhaufen, finden wir nur sehr alte Sterne, in den Spiralarmen, wo der Wasserstoff noch reichlich vorhanden ist und sich die Sternbildung noch heute vollzieht, auch ganz junge Sterne und sogar solche in statu nascendi. So finden sich die alten und die jungen Sterne in verschiedenen Gebieten unseres Sternsystems; aber auch in ihrem chemischen unterscheiden sich die jungen von den alten. Die Urmaterie bestand aus reinem Wasserstoff. Die übrigen Elemente sind erst im Laufe von Jahrmilliarden entstanden: vorab Helium, das in normalen Sternen in großer Menge entstand unter selten realisierten Zuständen aber auch die schweren Elemente. So bestehen die allerältesten Sterne fast nur aus Wasserstoff und Helium, die jüngeren dagegen enthalten in zunehmendem Maße auch Metalle.

Die Welt als Ganzes

Noch ehe die Erforschung unseres



Sogenannter Rosetten-Nebel im Sternbild Einhorn. Sternhaufe eingebettet in chaotische Staub- und Gasmassen, die in der Strahlung der sehr heißen Sterne leuchten.



Unsere Sonne, aufgenommen im Wasserstofflicht. Die Fackeln zeichnen sich hell und die Protuberanzen dunkel ab. Die Temperatur an der Sonnenoberfläche beträgt etwa 6000 Grad.

Eine Milchstraße im Sternbild der Jungfrau fast völlig von der Seite gesehen, mit sehr deutlichen ausgeblenden Dunkelnebelgürteln in der Ebene des Sternsystems.