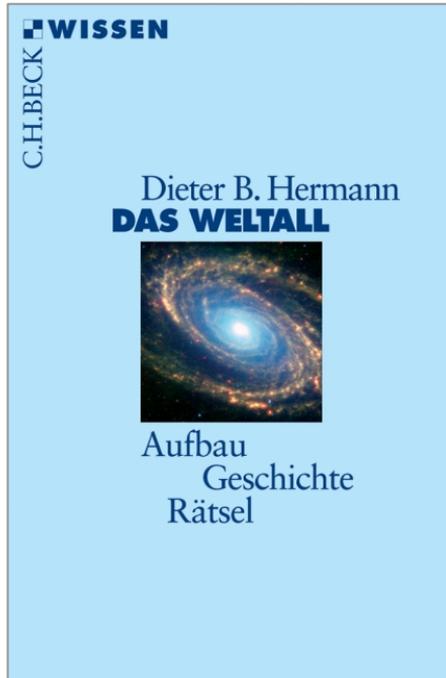


Unverkäufliche Leseprobe



Dieter B. Hermann
Das Weltall
Aufbau Geschichte Rätsel

111 Seiten, Paperback
ISBN: 978-3-406-48005-8

Originaldokument

Einleitung

© Verlag C.H.Beck

Wenn heute vom Weltall gesprochen wird, beginnen die einen zu träumen, zu schwärmen und zu phantasieren, die anderen zu grübeln und zu rechnen. Dabei gehört beides zusammen. Tatsächlich waren es Träume und Phantasien, war es die uns Menschen eingepflanzte Neugierde, die dereinst vor Jahrtausenden die ersten Betrachtungen über das Weltall auslösten. Doch hätte man es dabei bewenden lassen, wüssten wir heute nichts über das Universum, das uns hervorgebracht hat und dessen Teil wir sind.

Der Begriff «Weltall» allerdings (synonym für Universum und Kosmos) wäre damals unzeitgemäß gewesen und wurde auch nicht verwendet. Die ersten Menschen, die zum nächtlichen Himmel emporgeblickt haben – wir kennen sie nicht –, konnten nur staunen: Über ihnen wölbte sich eine sternensüßes riesige Schale, so weit entfernt, dass niemand nach ihr greifen konnte. Doch *wie weit?* Das wusste niemand zu sagen. Man erspähte neben dem *hier unten* ein *da oben*, ohne zu wissen, was es damit auf sich hat. Vermutungen und Spekulationen traten an die Stelle des fehlenden Wissens. Man wähte den Sitz höherer Wesen in jenen entfernten Sphären, glaubte, in einzelnen leuchtenden Punkten gar ihre Personifizierung zu erkennen oder zumindest den Ausdruck ihres Willens. Dieser Glaube allein war Grund genug, ihr Verhalten zu studieren. So wandelte sich die Phantasie unversehens ins Beobachten, Messen und Rechnen.

Als die Menschen sich von angebauten Pflanzen zu ernähren begannen, statt nur wild wachsende Früchte zu verzehren, begann der Rhythmus des Jahres immer wichtiger zu werden. Wann sollte man säen, wann musste geerntet werden? Die Gestirne erwiesen sich auch hier als hilfreich, denn jede Jahreszeit hat «ihren» Himmel. Bestimmte Sternbilder, wieder Produkte menschlicher Phantasie, kehren nach derselben Periode an das

Firmament zurück, mit der sich die Jahreszeiten wiederholen. In der Erkenntnis solcher Zusammenhänge liegen die Wurzeln für die ersten Versuche, Zeit durch die Schaffung von Kalendern einzuteilen. Wie zwangsläufig diese Entwicklung gewesen ist, erkennen wir daran, dass sie bei allen alten Kulturvölkern ähnlich abgelaufen ist: bei den Chinesen wie bei den Indern, bei den Babyloniern und Ägyptern wie auch bei den Griechen oder später bei den Inkas, Azteken und Mayas.

Die technischen Hilfsmittel zur Beobachtung der Gestirne waren anfangs höchst einfach, es wurde nur gepeilt. Umso erstaunlicher erscheinen uns heute die Resultate. Die Anfänge der Astronomie kulminierten schließlich im antiken Griechenland in Gestalt eines ersten wissenschaftlichen Weltbildes. Wir nennen es *geozentrisch*, weil die Erde in seiner Mitte stand. Besser konnte man es damals noch nicht wissen – jede Zeit hat ihre eigenen Wahrheiten.

Erst anderthalb Jahrtausende später führten zunehmend genauere Beobachtungen zu Zweifeln und schließlich zum *heliocentrischen* Weltbild, in dessen Zentrum die Sonne stand. Die Erde war jetzt durch das Werk des Nikolaus Kopernikus zu einem Planeten unter anderen geworden. Die Erfindung des Fernrohrs 1609 enthüllte neue Welten vor den Augen des Menschen, und die Erkenntnis universell gültiger Gesetze in der Natur, wie das Gesetz der Massenanziehung, ließ im 17. Jahrhundert die Himmelsmechanik entstehen. Auch das ist inzwischen lange her. Seitdem ist viel geschehen. Neue Techniken, neue Theorien haben das Verständnis des Kosmos in ungeahnter Weise vorangebracht.

Dennoch: Rechnen und Beobachten allein hätten nicht genügt, um das heutige Bild vom Universum zu formen. Ob neue Technik, ob neue Theorien oder die Planung von Beobachtungen – ohne Phantasie geht es nicht. Es gibt nämlich keinen direkten Weg von den Beobachtungen zu den Theorien, wie schon Einstein festgestellt hat. Aber jedes theoretische Gedankengebäude muss sich schließlich dem Richterspruch überprüfbarer Beobachtungen unterziehen, soll es als (relative) Wahrheit gelten.

Oft fragt der Laie, wenn er von den Erkenntnissen über das Weltall hört, woher denn die Astronomen dies alles wissen wollen und wie sicher ihre Erkenntnisse überhaupt seien. Wir unterscheiden deshalb in diesem Bändchen bewusst zwischen den weitgehend gesicherten Tatsachen und haben die *großen Rätsel* am Schluss des Textes in einem separaten Kapitel behandelt. Das soll jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass auch die «feststehenden Tatsachen» durchaus noch Revisionen erfahren können, die aber keine *wesentlichen* Korrekturen des Gesamtbildes mit sich bringen werden. Dass unsere Sonne die größte Masse des gesamten Planetensystems in sich vereinigt und sich die viel masseärmeren Planeten um sie bewegen, ist ein *Faktum*, das auch durch neue Erkenntnisse über Sonne und Planeten nicht mehr in Frage gestellt werden kann. Und solche Erkenntnisse gibt es viele. Deshalb können wir auch – ungeachtet ständiger Erkenntnisfortschritte, aber auch -lücken – vertrauensvoll auf eine Fülle von unbestreitbaren Tatsachen über das Weltall blicken. Sie sind durch Jahrtausende währendes Forschen zum festen Bestandteil des naturwissenschaftlichen Weltbildes geworden.

In welcher kosmischen Welt sind wir Menschen mit unserem wunderbaren Planeten Erde kosmisch eingebettet?

Was wir heute darüber wissen und was noch offen ist, sollen Sie auf den folgenden Seiten in gedrängter Form erfahren. Ich habe es als eine besondere Herausforderung betrachtet, das «ganze Weltall» in einem so knappen Text zu umreißen, und hoffe, dass ich der Aufgabe gewachsen war. Die Darstellung ist bewusst als reiner Lesetext angelegt, ohne Tabellen und – selbstverständlich – ohne Formeln. Wem es dann nach mehr dürstet, dem gelten die anschließenden Literaturempfehlungen.

Berlin, im Frühjahr 2006

Dieter B. Herrmann

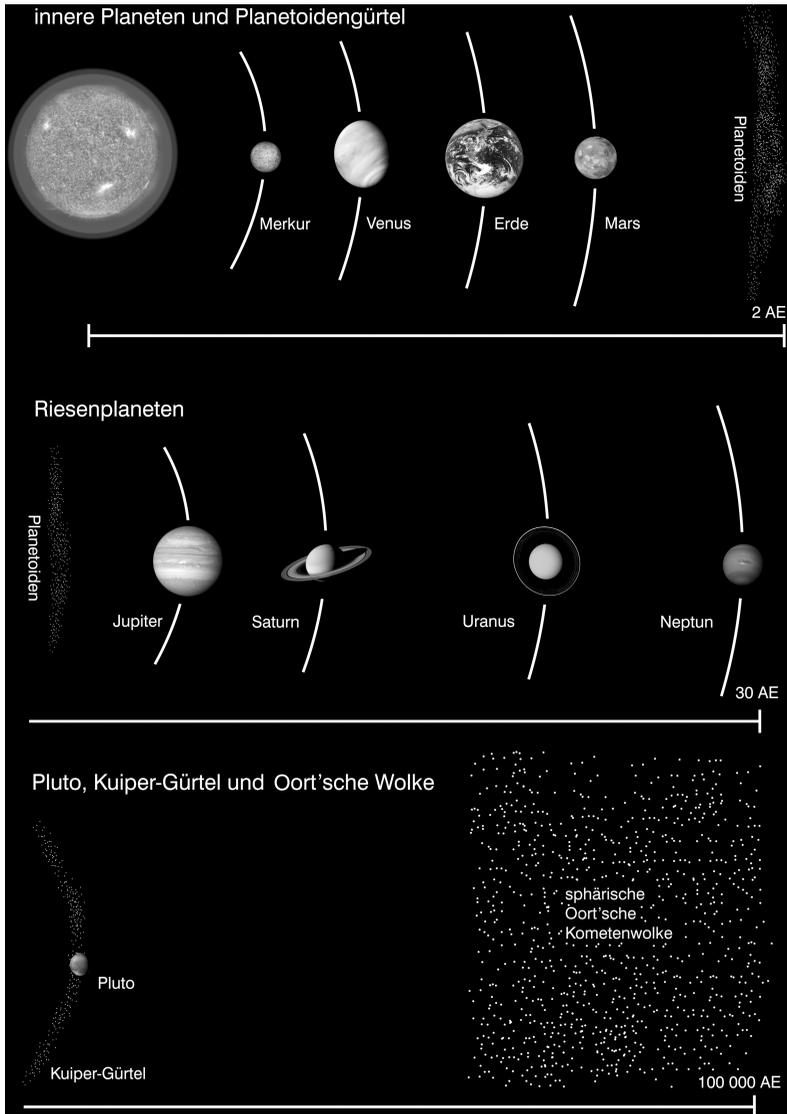


Abb. 1: Das Sonnensystem

I. Unsere engere kosmische Umgebung: das Sonnensystem

Zwar sind schon die Dimensionen des Sonnensystems für uns Menschen anschaulich nicht vorstellbar, dennoch können wir mit Recht von unserer *kosmischen Heimat* sprechen. Es handelt sich um ein System von Himmelskörpern, zu denen unsere Erde und die anderen Planeten gehören, aber auch zahlreiche Kleinkörper wie Planetoiden, Kometen, die Monde der Planeten u. a. Nur die wenigsten dieser Objekte können wir übrigens – ungeachtet ihrer vergleichsweise geringen Entfernungen – mit dem bloßen Auge sehen.

Gemessen an den Abständen zwischen den Sternen, d. h. von Sonne zu Sonne, sind die Dimensionen unseres Planetensystems klein. Während der nächste Stern schon rd. 4 Lichtjahre von uns entfernt steht (der Lichtstrahl benötigt von dort rd. 4 Jahre bis zu uns), trennen uns von dem entferntesten Planeten des Sonnensystems nur einige «Lichtstunden».

Der massereichste und größte Körper des Sonnensystems, um den sich alle anderen Objekte bewegen, ist die Sonne. Es bedarf keiner näheren Erläuterung, dass die Sonne für die Entstehung und Aufrechterhaltung des Lebens auf der Erde unentbehrlich ist.

Sonne

Die Sonne – Prototyp eines Sterns – ist ein riesiger glühender Gasball. Ihr Durchmesser von 1,39 Millionen Kilometern entspricht dem 109fachen Durchmesser unserer Erde. Ihre Masse übertrifft die unseres Heimatplaneten um das 330000fache. Ihre mittlere Dichte liegt mit $1,4 \text{ g/cm}^3$ nur knapp über der mittleren Dichte des Wassers. Schon dies deutet darauf hin, dass die Sonne überwiegend aus den leichtesten Elementen des Perioden-

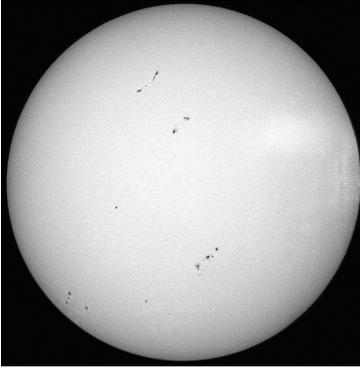


Abb. 2: Sonne mit Sonnenflecken, die im Vergleich zu ihrer Umgebung geringere Temperaturen aufweisen

Universum
H. Beck

systems besteht: Wasserstoff und Helium (75% bzw. 23%). Die schwereren Elemente tragen demnach nur mit rd. 2% zur Gesamtmasse der Sonne bei.

Die Sonne rotiert in rd. 25 Tagen einmal um ihre eigene Achse. Die Oberflächentemperatur der Sonne beträgt rd. 6000 K, während im tiefsten Inneren etwa 16 Millionen Grad herrschen. Die Strahlung, die uns von der Sonne erreicht, stammt aus einer vergleichsweise dünnen Schicht, die als Photosphäre bezeichnet wird und nur etwa 200 km dick ist. Alle Aussagen über den inneren Aufbau der Sonne resultieren aus physikalischen Überlegungen. Unmittelbare optische Beobachtungen tieferer Schichten sind nicht möglich.

Die Sonne strahlt unvorstellbare Energiemengen in das Universum ab, von denen die Erde nur einen winzigen Teil empfängt. Diese Energie wird tief im Inneren der Sonne in ihren zentrumsnahen Gebieten freigesetzt. Im Wesentlichen stammt die Energie aus einem Vorgang, den wir als Kernfusion bezeichnen. Die Kerne der leichten Wasserstoffatome dringen unter dem hohen Druck und den enormen Temperaturen des Sonneninneren ineinander ein und synthetisieren dadurch das schwerere Element Helium. Dabei tritt ein «Massendefekt» auf, d. h., das entstandene Helium ist etwas leichter als die an seiner Entstehung beteiligten Wasserstoffatome. Die geringe Massendifferenz wird gemäß Einsteins Formel $E = m \cdot c^2$ zu Energie, die sich allmählich aus den

zentralen Gebieten des Sonneninnern nach außen «vorarbeitet» und dort abgestrahlt wird. Hierbei spielen gewöhnliche Durchmischung (Konvektion) und Strahlungstransport eine Rolle. Somit verliert die Sonne als Folge der Energiefreisetzung ständig Masse. Der absolute Betrag dieses Verlustes erscheint besorgniserregend: Er beträgt nämlich etwa 4,5 Millionen Tonnen je Sekunde! Gemessen an der Gesamtmasse der Sonne ist er jedoch vernachlässigbar gering. Die Sonne büßt auf diese Weise erst in 10 Milliarden Jahren 0,1% ihrer Gesamtmasse ein. Dennoch ist ihre Lebensdauer begrenzt. Schon lange vor der Umsetzung des gesamten Wasserstoffvorrates wird die Sonne verlöschen – nach insgesamt etwa 10 Milliarden Jahren. Davon ist etwa die Hälfte bereits vergangen, denn die Sonne ist 5 Milliarden Jahre alt. Nach etwa nochmals weiteren 5 Milliarden Jahren wird sie sich zu einem Riesenstern aufblähen, dessen Durchmesser bis über die Bahn des Planeten Mars hinausreicht. Wahrscheinlich existieren dann ohnehin keine Menschen mehr auf unserem Planeten. Andernfalls würde die Menschheit den Feuertod sterben, wenn es ihr nicht gelänge, vorher in einem gigantischen technischen Projekt eine kosmische «Umsiedlung» zu bewerkstelligen. Doch es ist müßig, über solche Fragen zu spekulieren – zu fern liegt die Zeit, in der sie eine Rolle spielen würden.

Die Sonne ist wegen ihrer Nähe – uns trennen im Mittel 150 Millionen Kilometer von ihr – der einzige Stern, der am Himmel flächenhaft erscheint. Ihr Winkeldurchmesser beträgt rd. 0,5 Grad (30 Bogenminuten). Deshalb vermag man auch mit einfachen optischen Hilfsmitteln bereits einige interessante Phänomene ihrer äußeren Schichten wahrzunehmen. Allerdings darf man die Sonne weder mit dem bloßen Auge noch durch ein Fernrohr oder Fernglas (Feldstecher) ungeschützt beobachten. In jedem Fall sind Schutzfilter (Spezialbrillen oder -folien) anzuwenden, die bei Verwendung eines Fernrohrs vor dem Objektiv angebracht werden.

Die auffälligsten Phänomene bei solchen Beobachtungen stellen die Sonnenflecken dar, oftmals interessant strukturierte kleinere dunklere Gebiete, die im Vergleich zu ihrer Umgebung geringere Temperaturen aufweisen. Die Zahl solcher Flecken

schwankt mit einer Periode von rd. 11 Jahren. Es handelt sich um magnetische Wirbelgebiete der oberflächennahen Schichten. Der größte jemals beobachtete Sonnenfleck hatte den 18fachen Erddurchmesser und war deshalb mühelos mit dem bloßen Auge zu erkennen.