

A. Unsöld Der neue Kosmos

A. Unsöld
Der neue Kosmos

Zweite
stark erweiterte Auflage
mit 167 Abbildungen



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

Prof. Dr. Albrecht Unsöld
Institut für Theoretische Physik und Sternwarte, Universität Kiel

Die 1. Auflage erschien als Heidelberger Taschenbuch, Band 16/17

ISBN 978-3-662-06535-8 ISBN 978-3-662-06534-1 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-06534-1

Library of Congress Cataloging in Publication Data

Unsöld, Albrecht, 1905- Der neue Kosmos.

Bibliography: p.

1. Astronomy. I. Title. QB43.2.U57 1974 520 74-14574

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdruckes, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Bei Vervielfältigungen für gewerbliche Zwecke ist gemäß § 54 UrhG eine Vergütung an den Verlag zu zahlen, deren Höhe mit dem Verlag zu vereinbaren ist.

© by Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1974.

Ursprünglich erschienen bei Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1974.

Softcover reprint of the hardcover 2nd edition 1974.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Buche berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften. Printed in Germany. Satz und Druck: Zehnersche Buchdruckerei, Speyer, Bindearbeiten: Konrad Triltsch, Würzburg.

In Memoriam

M. G. J. Minnaert
(12. II. 1893—26. X. 1970)

Vorwort zur 1. Auflage

In den Jahren 1827 bis 1859 schrieb *Alexander von Humboldt* seinen „*Kosmos, Entwurf einer physischen Weltbeschreibung*“.

Humboldts Ziel war es, einem weiten Kreis seiner Zeitgenossen die Erforschung der Natur nicht nur als eine Sammlung von Methoden und Ergebnissen vorzuführen, sondern ihnen vor allem zu zeigen, was diese für die Menschheit in ihrer geistigen Entwicklung bedeutet. Naturforschung war für ihn — im Sinne von *Schiller* und *Goethe* — ein lebendiger Teil der *menschlichen Bildung*.

Unser Jahrhundert brachte eine Entwicklung der *Astronomie*, die sich den gleichzeitigen großen Leistungen der Relativitätstheorie, der Quantentheorie und der Kernphysik würdig an die Seite stellt. Die Welt als Ganzes, der *Kosmos*, in seinem räumlichen Aufbau und in seiner zeitlichen Entwicklung ist ein Gegenstand exakter naturwissenschaftlicher Forschung geworden.

Mit neuen Augen erblicken wir einen *Neuen Kosmos* und — wie in früheren Epochen — wandelt sich mit seinem Aspekt der Außenwelt auch der sie erforschende Mensch.

Dieses Buch möchte einem großen Kreis von Lesern, die über eine gewisse naturwissenschaftliche Vorbildung verfügen, das neue Bild des Weltalls näherbringen. Ein solches Buch darf nicht zu umfangreich sein. Dementsprechend bemühte sich der Verfasser, die *Grundgedanken* der verschiedenen Bereiche astronomischer Forschung nach ihren sachlichen und historisch-menschlichen Zusammenhängen ganz deutlich hervortreten zu lassen. Die einleitenden Kapitel der drei Teile des Buches (Kap. 1, 10 und 22) sollen — im Rahmen historischer Überblicke — die Übersicht erleichtern. Einzelergebnisse dagegen — die freilich dem Bild erst Farbe verleihen — sind oft ohne ausführliche Begründung einfach angegeben.

Wer über dies oder jenes genauere Auskunft sucht, findet Rat im *Literaturverzeichnis*: dieses hat keinerlei weitere Ambitionen auf Vollständigkeit oder historische Gerechtigkeit. Hinweise im Text und in den Abbildungsunterschriften auf bestimmte Autoren und Jahreszahlen ermöglichen es, die betreffende Abhandlung in den bekannten Referate-Organen zu finden.

Die Astronomie hat vor vierhundert Jahren die Menschen herausgeführt aus der Enge ihres mittelalterlichen, geozentrischen Weltbildes. In unserer Zeit ist ihre Bedeutung sicher nicht geringer geworden für eine freiere und modernere

Gestaltung unserer Bildung und damit für die innere Freiheit und das Glück der Menschen.

Meinen Kollegen *V. Weidemann*, *E. Richter* und *B. Baschek* möchte ich für die kritische Durchsicht des Buches und für vielerlei Rat und Hilfe, Herrn *H. Holweger* für seine unermüdliche Mitarbeit bei den Korrekturen auf das herzlichste danken. Ebenso gilt mein Dank Frl. *Antje Wagner* für sie sorgfältige Herstellung der Reinschrift des Manuskripts.

Kiel, im April 1966
Institut für theoretische Physik
und Sternwarte der Universität

ALBRECHT UNSÖLD

Vorwort zur 2. Auflage

Die *Astronomie* hat in den letzten zehn Jahren eine geradezu explosive Entwicklung genommen. Die erheblich revidierte und erweiterte 2. Auflage des *Neuen Kosmos* versucht auch diese ihren Lesern näher zu bringen. Wir nennen nur einige Stichworte: Mondlandungen, Planetensonden, Kontinentverschiebung etc.; Pulsare, Röntgen- und γ -Strahlungsquellen; interstellare Moleküle; Quasare; Aufbau und Entwicklung von Sternen und Sternsystemen bis zu kosmologischen Weltmodellen usw.

Es soll nach wie vor die wichtigste Aufgabe dieses Buches sein, dem Studenten der Astronomie, wie dem Fachmann aus Nachbargebieten eine nicht zu schwerfällige Einführung in die heutige Astronomie und Astrophysik zu geben. Die zahlreichen Abbildungen — darunter viele neue — und ebenso ihre ausführlichen Unterschriften möchten wir dabei als wesentlichen Bestandteil unserer Darstellung der besonderen Beachtung des Lesers empfehlen. Die Beschreibung der wichtigsten *Beobachtungen* verbinden wir nach Möglichkeit sogleich mit den grundlegenden *theoretischen Ansätzen*. Wenn es um Details geht, begnügen wir uns dagegen öfters damit, sie dem Leser kurz vorzustellen, die ausführliche Begründung bleibe dann der Spezialliteratur vorbehalten. Den Übergang zur *Spezialliteratur* soll das *Verzeichnis* am Schluß des Buches erleichtern. Wichtige neuere Untersuchungen sind im Text mit Jahreszahl versehen. Dies geschah nicht so sehr aus historischen Gründen, sondern um das Auffinden der *Originalarbeiten* in den *Astronomy and Astrophysics Abstracts* (ab 1969) zu ermöglichen.

Der *Amateurastronom* sollte sich durch ein paar Formeln nicht erschrecken lassen. Am besten wird er vielmehr ihre zahlenmäßigen Ergebnisse einstweilen bona fide akzeptieren und seine Lektüre mit der schon von *A. Einstein* so gepriesenen „göttlichen Neugier“ fortsetzen.

Meine Kollegen *V. Weidemann*, *H. Holweger*, *D. Reimers* und *T. Gehren* haben mich mit der Durchsicht des Manuskripts, mancherlei Rat und Hilfe und beim Lesen der Korrekturen auf das freundlichste unterstützt. Frau *G. Mangelsen* und Frau *G. Hebler* haben bei der Herstellung des Manuskripts unermüdlich geholfen. Ihnen allen möchte ich auf das herzlichste danken.

Inhaltsverzeichnis

I. Teil

Klassische Astronomie

1. Sterne und Menschen — Beobachten und Denken (Historische Einleitung in die klassische Astronomie)	1
2. Die Himmelskugel. Astronomische Koordinatensysteme. Geographische Länge und Breite	5
3. Die Bewegungen der Erde — Jahreszeiten und Tierkreis — Die Zeit: Tag, Jahr und Kalender	9
4. Der Mond. Mond- und Sonnenfinsternisse	17
5. Das Planetensystem	22
6. Mechanik und Gravitationstheorie	31
7. Physische Beschaffenheit der Planeten und ihrer Monde	48
8. Kometen, Meteore und Meteorite, interplanetarer Staub; ihre Struktur und Zusammensetzung	72
<i>Intermezzo:</i>	
9. Astronomische und astrophysikalische Instrumente.	81

II. Teil

Sonne und Sterne

Astrophysik des einzelnen Sterns

10. Astronomie + Physik = Astrophysik (Historische Einleitung)	101
11. Strahlungstheorie	105
12. Die Sonne	113
13. Scheinbare Helligkeiten und Farbenindizes der Sterne	120
14. Entfernungen, absolute Helligkeiten und Radien der Sterne	123
15. Klassifikation der Sternspektren, Hertzsprung-Russell-Diagramm und Farben-Helligkeits-Diagramm	127
16. Doppelsterne und die Massen der Sterne	135
17. Spektren und Atome. Thermische Anregung und Ionisation	141
18. Sternatmosphären. Kontinuierliche Spektren der Sterne	154
19. Theorie der Fraunhoferlinien. Chemische Zusammensetzung der Sternatmosphären	164
20. Strömungen und Magnetfelder in der Sonnenatmosphäre. Der Zyklus der Sonnenaktivität	181
21. Veränderliche Sterne. — Strömungen und Magnetfelder in Sternen	203

III. Teil

Sternsysteme

Milchstraße und Galaxien. Kosmogonie und Kosmologie

22. Der Vorstoß ins Weltall (Historische Einleitung in die Astronomie des 20. Jahrhunderts)	214
23. Aufbau und Dynamik des Milchstraßensystems	221
24. Interstellare Materie	237
25. Innerer Aufbau und Energieerzeugung der Sterne	256
26. Farben-Helligkeits-Diagramme der galaktischen und der Kugelsternhaufen. Entwicklung der Sterne	264
27. Galaxien	296
28. Radiofrequenzstrahlung der Galaxien. Galaxien-Kerne. Kosmische Ultrastrahlung und Hochenergie-Astronomie	316
29. Galaktische Evolution	345
30. Kosmologie	364
31. Entstehung des Planetensystems. — Die Entwicklung der Erde und des Lebens	380
Naturkonstanten und Zahlenwerte	403
Literatur	405
Abbildungsnachweis	414
Namen- und Sachverzeichnis	417