



Jean Heidmann  
*Odyssee*  
*im Kosmos*

Aus dem Französischen von Norbert Lauinger

Springer Basel AG

Die Originalausgabe erschien 1986 unter dem Titel:  
«L'Odyssee Cosmique. Quel destin pour l'univers?» bei Editions Denoël, Paris  
© Éditions DENOËL 1986

CIP-Titelaufnahme der Deutschen Bibliothek

**Heidmann, Jean:**

Odysee im Kosmos / Jean Heidmann. Aus dem Franz. von  
Norbert Lauinger.

Einheitssacht.: L'Odyssee cosmique <dt.>

ISBN 978-3-0348-6159-5

ISBN 978-3-0348-6158-8 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-0348-6158-8

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere 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. Die Vergütungsansprüche gemäß § 54, Abs. 2 UrhG werden durch die «Verwertungsgesellschaft Wort», München, wahrgenommen.

© 1990 Springer Basel AG

Ursprünglich erschienen bei Birkhäuser Verlag Basel 1990

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1990

Umschlaggestaltung: Zembsch' Werkstatt, München

Layout: Gregor Messmer, Basel

ISBN 978-3-0348-6159-5

*Für Marie-Ange, die unter der gestirnten Kuppel  
des Planetariums so oft auf Flügeln in dieses  
rätselhafte Universum davonschwebt*

Für ihre konstruktiven Ratschläge danke ich:

Lucette Bottinelli, maître de conférences à l'université Paris-XI-Orsay,  
Brandon Carter, directeur de recherche au C.N.R.S., Observatoire de  
Paris,

Thibault Damour, chargé de recherche au C.N.R.S., Observatoire de  
Paris,

Alain Dupas, maître de conférences à l'université Paris-Sud,

Lucienne Gouguenheim, professeur à l'université Paris-XI-Orsay,

Rémi Hakim, professeur à l'université Paris-VII,

Albert Messiah, directeur de recherches au Centre d'études nucléaires  
de Saclay,

Béatrice Sandré, professeur de physique au collège Mondétour à Orsay,

Marie-Ange Sevin, chargée d'exposés au palais de la Découverte.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	
<b>I</b>	<b>Die sternенübersäte Nacht</b> . . . . . 13
	Die Nacht, ein Fenster zum Universum . . . . . 13
	. . . und eine, für Fragestellungen offene Tür . . . . . 18
<b>II</b>	<b>Das Universum, ein tausendjähriges Rätsel</b> . . . . . 23
<b>III</b>	<b>Das Universum auf den ersten Blick</b> . . . . . 31
	<i>Zehn hoch eine Zahl</i> . . . . . 31
	Die räumliche und die zeitliche Ausdehnung des Universums . . . . . 33
	Das Universum in 10er-Potenzen . . . . . 33
	Die zeitliche Dimension des Universums . . . . . 36
	Die Grundlagen des Kosmos . . . . . 39
	Die Architektur des Kosmos . . . . . 39
	Die Werkstoffe des Kosmos . . . . . 42
	Die Bindemittel des Kosmos . . . . . 48
	Die Gestirne des Kosmos . . . . . 53
	Die Galaxien . . . . . 53
	Die Radiogalaxien . . . . . 56
	Die Quasare . . . . . 59
	<i>Der Dopplereffekt</i> . . . . . 59
	Die Sterne . . . . . 63
	Die filamentartige Grundstruktur der Galaxienhaufen . . . . . 66
	Die zwei großen Entdeckungen der Kosmologie . . . . . 71
	Die Fluchtbewegung der Galaxien . . . . . 71
	Die kosmologische 3°-Hintergrundstrahlung . . . . . 73
<b>IV</b>	<b>Das relativitätstheoretische Universum</b> . . . . . 77
	Der relativistische Raum . . . . . 77
	Die 4-dimensionale Raumzeit . . . . . 77

## Inhaltsverzeichnis

Die gekrümmten Räume . . . . .	82
Die allgemeine Relativitätstheorie . . . . .	88
Die Gleichungen Einsteins . . . . .	88
Die relativitätstheoretischen Weltmodelle . . . . .	91
Das grandiose Fresko . . . . .	96
Der kosmologische Horizont . . . . .	102
<b>V Das quantentheoretische Universum . . . . .</b>	<b>107</b>
Das quantentheoretische Unbestimmtheitsprinzip . .	107
Die quantentheoretische Unbestimmtheit . . . . .	107
Wellen und Korpuskeln . . . . .	110
Fremdartige Teilchen . . . . .	112
Die Antiteilchen . . . . .	112
Die virtuellen Teilchen . . . . .	115
Die Quarks . . . . .	119
Die Elementarteilchen . . . . .	122
<i>Der Spin</i> . . . . .	123
Die Wechselwirkungen der Natur . . . . .	125
Tabellen der Wechselwirkungen . . . . .	125
Die Vereinheitlichung der Wechselwirkungen . . . . .	126
Das Verschwinden der Materie . . . . .	131
Sub-Quarks, Supersymmetrie und Superschwerkraft .	135
<b>VI Das inflationäre Universum . . . . .</b>	<b>139</b>
Die Bilanz des Urknalls . . . . .	140
Die Inflation des Universums . . . . .	141
Der Phasensprung aus dem Nichts . . . . .	141
Die Inflation des Weltraums . . . . .	143
Der gesamte Kosmos im Volumen eines Apfels? . . . . .	147
Die zweite Explosion . . . . .	149
Die Geburt der Materie . . . . .	149
Die längste Sekunde . . . . .	151
Der Zeitpunkt Null . . . . .	154
In Richtung auf den Zeitpunkt Null . . . . .	154
Und vor dem Zeitpunkt Null? . . . . .	156
Monopole, kosmische Fäden und Wände . . . . .	160
Das Universum unter den Universen . . . . .	165
Unzählige Universen . . . . .	165
Gratis-Universen . . . . .	167

## Inhaltsverzeichnis

<b>VII Das Universum und wir</b> . . . . .	171
Der Pfad des Lebens . . . . .	171
Die Planetensysteme . . . . .	172
Bewohnbare Planeten . . . . .	173
Das Leben auf der Erde . . . . .	176
Das anthropische Prinzip . . . . .	181
Die ferne Zukunft . . . . .	183
<i>Die schwarzen Löcher</i> . . . . .	186
<i>Der Tunnel-Effekt</i> . . . . .	189
<b>Nachwort</b> . . . . .	195



# Vorwort

Das Universum ist groß.

Um vom Schwindel vor den Tiefen des Raums erfaßt zu werden, genügt es, sich drei Gestirne vorzunehmen, drei der Welt der Planeten, der Sterne der Milchstraße und der extragalaktischen Sterne zugehörige Gebilde: den Mond, den Polarstern und die Andromedagalaxie. Mit seiner Geschwindigkeit von 300'000 Kilometer pro Sekunde benötigt das Licht 11/4 Sekunden, um vom Mond zu uns zu gelangen, 600 Jahre vom Polarstern und 2 Millionen Jahre von der Andromeda bis zu uns.

Das Universum ist alt.

Seine Vergangenheit baut sich in ineinander übergehenden Zeiträumen stufenweise auf. Wenn einige Jahrtausende den Zeitraum seiner historischen Vergangenheit umschreiben und die prähistorische Vergangenheit sich über einige Millionen Jahre erstreckt, dann hat die geologische Vergangenheit einige Milliarden Jahre, und die kosmologische Vergangenheit reicht – bis zum Urknall – 15 Milliarden Jahre zurück.

Das Universum ist wundervoll.

Die Spiralgalaxien, die Gasnebel sind von transparenter Schönheit; die Sternhaufen spannen unwirkliche Brückenbögen zueinander; die Planeten und ihre Trabanten besitzen märchenhafte Landschaften. Selbst das benachbarteste Gestirn, der Mond, hat die Menschheit stets in Erregung gehalten. Ich bin wie verzaubert, wenn ich ihn, zwischen seinem ersten Viertel und der Vollmondphase, früh abends an einem klaren Himmel in der Abenddämmerung thronen sehe. Die Sonnenbeleuchtung modelliert ihn so gut, daß seine Rundheit, seine Kugelgestalt deutlich ins Auge fällt. Seine tiefdunklen Täler, die seine leuchtend weiße Vorderseite als Flecken übersäen, seine Gebirgsumrisse, die am linken Rand gerade erkennbar werden, machen aus ihm einen Globus, dessen Schönheit das Wissen darum ergänzt, daß eine derartige Masse eine präzise, äußerst genaue Umlaufbahn um die Erde durchläuft und dies seit 4 Milliarden Jahren.

Das Universum ist geheimnisvoll.

Weshalb, so läßt sich fragen, begleitet uns eine solche Kugel? Warum nicht Bänder, ein Vorhang, ein Bogen? Weshalb diese Globen, verloren in einem unermeßlichen, vielleicht unendlichen Raum? Oder gekrümmten Raum, verknüpft mit der Zeit in einer 4-dimensionalen Raumzeit? Und das Leben, der Verstand, das Bewußtsein, derzeitige Erfolgsetappen des Universums auf der Erde. Und vielleicht andernorts auch, in anderen Welten, in noch entwickelteren Stadien . . .

Das Universum ist komplex.

Immer ausgeklügeltere Instrumente enthüllen komplizierte Prozesse, immer neue Prüfsteine für immer grandiosere Theorien: die Relativitätstheorie, die Quantenphysik, die Theorie der Großen Vereinheitlichung . . . Das Universum ist unsere Wohnstätte, unser Heimathafen, unser Substrat. Unser Schicksal ist in einer grundlegenden Symbiose an seines gebunden. Wir hängen von komplexen physikalischen Systemen ab, die von den organischen Molekülen bis zu den großen Galaxienhaufen reichen. Wir hängen hier und jetzt von ihnen ab aufgrund der Entwicklungsgesetze, die sie beherrschen, und seit eh und je von den Entwicklungen, die diese Gesetzmäßigkeiten selbst genommen haben. Wir hängen von ihnen ab durch den innersten Aufbau der Elementarteilchen der Materie, auf denen im letzten alles beruht. Wir sind nur eine Schaumflocke auf tobenden Wogen.

Die Menschen wollen wissen, wo sie stehen; wollen wissen, woher sie kommen; sie wollen das Schicksal, das auf sie zukommt, erkennen. Es ergibt sich aus dem des Kosmos, in den sie mit Leib und Seele – aus denen sie bestehen – eingetaucht sind. Sie wollen verstehen, um die Schönheiten und Annehmlichkeiten des Lebens besser genießen zu können, um aus ihnen mit bestmöglichem Einblick den größten Nutzen zu ziehen.

Das Ziel dieses Buches ist es, den erstaunlichen Reichtum des Kosmos aufzudecken und durch den skizzenhaften Entwurf des derzeitigen Zustands dieses unglaublichen Universums zu klarer Erkenntnis beizutragen. Nach einem ersten Blick auf «die sternensüßliche Nacht», nach einer ersten Beschwörung des «Universums, eines tausendjährigen Rätsels», werde ich ein generelleres Bild malen: «das Universum auf den ersten Blick». Dann ein Triptychon, das mehr in die Tiefe geht: «das relativitätstheoretische Universum», «das quantentheoretische Universum», «das inflationäre Universum».

Und ich werde mit «das Universum und Wir» auf jene Fragen zurückkommen, die uns noch näher berühren.