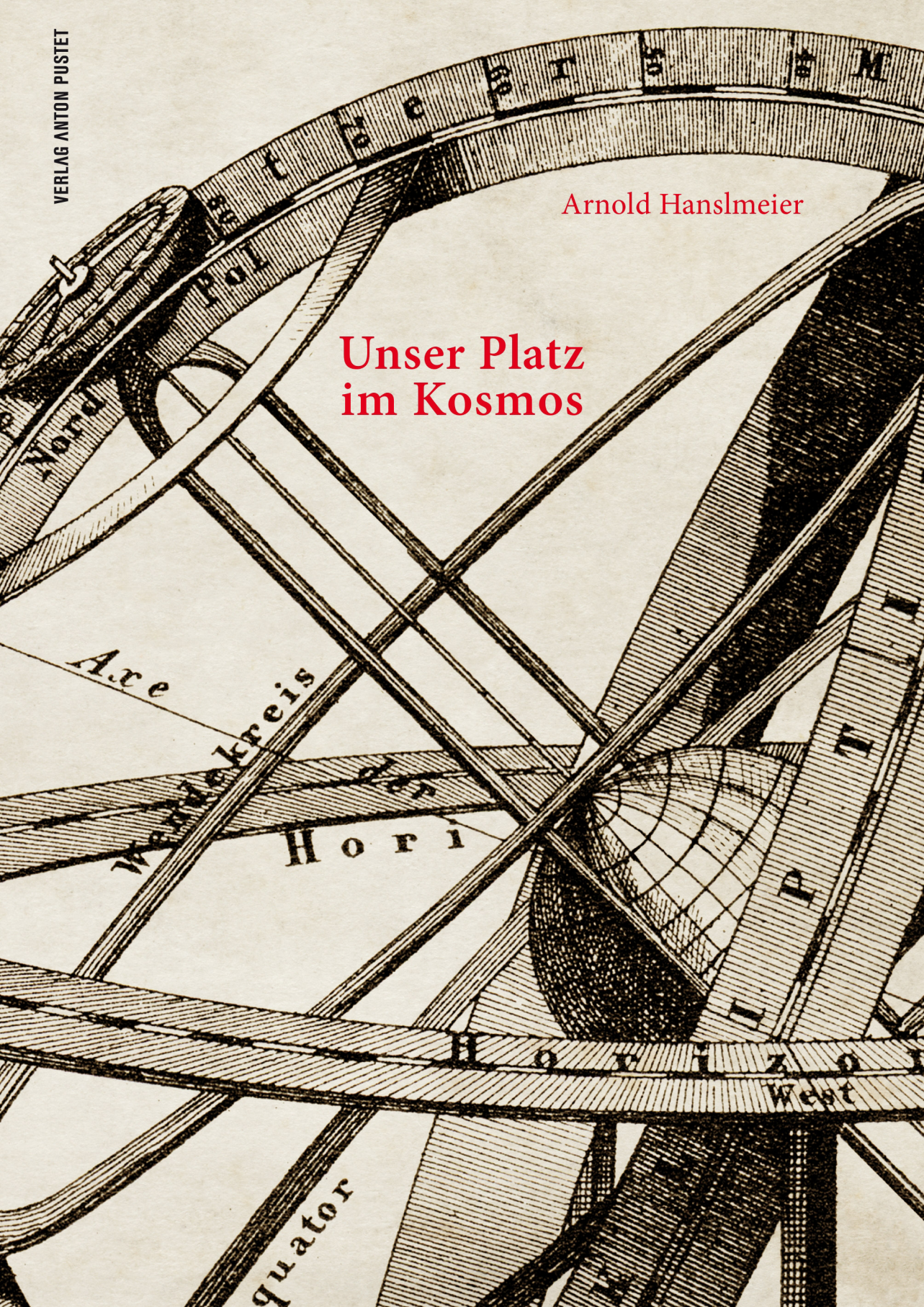


Arnold Hanslmeier

Unser Platz im Kosmos



Arnold Hanslmeier

Unser Platz im Kosmos

Impressum

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation
in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische
Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2019 Verlag Anton Pustet
5020 Salzburg, Bergstraße 12
Sämtliche Rechte vorbehalten.

Lektorat: Martina Schneider
Mitarbeit: Isabella Eckerstorfer
Grafik und Produktion: Nadine Kaschnig-Löbel
Cover: Tanja Kühnel
gedruckt in der EU

ISBN 978-3-7025-0952-1

auch als eBook erhältlich:
eISBN 978-3-7025-8067-4

www.pustet.at

VERLAG ANTON PUSTET

Inhalt

Einleitung__8

Erde und Mensch im Mittelpunkt__11

Was wir am Himmel beobachten__12

Chaos am Himmel?__14

Weltbild: Fantasie und Wirklichkeit__15

Weltbilder__16

Das Weltbild der Ägypter__17

Der Kalender – eine Einteilung der Zeit__20

Babylonisches Weltbild__21

Ist die Erde eine Scheibe? Das Weltbild der Griechen__26

Erste Vermessungen der Welt__29

Der Platz im Kosmos aus der Sicht der Antike__34

Alexander der Große__34

**Das Weltbild im Mittelalter und
in außereuropäischen Kulturkreisen**__37

Basilius__38

Die biblische Schöpfungsgeschichte__38

Der Große Geist__39

Schöpfungsmythos der Hopi__41

Das Weltbild der Maya__41

Das Weltbild der Azteken__43

Das Weltbild der Inka__44

Kein Anfang und kein Ende: Hinduismus__47

Vom Mittelalter in die Neuzeit__49

Die Erde – doch nicht im Zentrum__50

Tod auf dem Scheiterhaufen__51

Die Entdeckung Amerikas__53

Nikolaus Kopernikus__55

Wegbereiter des Kopernikus__57

Einwände gegen das neue Weltbild__57

Sterne gehen früher auf__60

Planetenschleifen – einfach erklärt__61

Die Frage nach dem Warum der Planetenbewegungen__63

Tycho Brahe – der letzte Beobachter__64

Das Fernrohr wird erfunden: ein neues Tor in den Kosmos__66

Galileis Entdeckungen__67

Die Gesetze der Bewegung der Planeten__69

Die Entdeckung der Schwerkraft__73

Das Planetensystem – vollständig geklärt__78

Ist alles vorhersagbar?__81

Die Mechanik des Himmels__82

Neue Planeten im Sonnensystem__83

Von der Sonne zu den Sternen__87

Die Sonne – ein normaler Stern?__88

Die Welt der Sterne__90

Die Farben des Regenbogens__90

Die Entfernung der Sterne__92

Die Farben der Sterne__93

Die Welt im Kleinen__95

Das Atom und die Griechen__96

Materie und Geist__99

Was ist eigentlich Licht?__101

Die Geschwindigkeit des Lichtes__103

Erkenntnis__107

Atomtheorie__108

Das Wasserstoffatom__110

Das Atom als Miniaturplanetensystem__112

Die starke Kraft__114

Dimensionen der Atome__115

Chaos oder Ordnung?__119

Determinismus, alles ist vorhersagbar__120

Elektromagnetismus und Licht__122

Unser Sehorgan: Das Auge__126

Licht als Teilchen__127

Materie und Wellen__129

Alles unsicher: Die Heisenberg'sche Unschärferelation__130

Wie genau kann man messen?__131

Die Katze: Tot oder lebendig?__133

Einstein und seine Relativitätstheorie__134

Wir leben in einem gekrümmten Raum__140

Alles ist relativ__141

Das expandierende Universum und der Urknall__147

Die große Debatte__148

Edwin P. Hubble__152

Sind wir der Mittelpunkt des Universums?__155

Licht vom Rand der Welt__157

Die Entstehung der Elemente__159

Wir sind Sternenstaub__161

Der Urknall im Labor?__162

Quarks und das Standardmodell der Teilchenphysik__163

Von den Quarks zu den Galaxien__165

Dunkle Materie, dunkle Energie__167

Leben im Universum__173

Philosophie und die Entstehung des Lebens__174

Mikroorganismen__176

Die frühe Erde__176

Leben aus dem All?__179

Gibt es mehr als ein Universum?__183

Die kleinsten Teilchen als Fäden__184

Die Schleifengravitation__186

Paralleluniversen__187

Quantenphysik: Kollaps der Wellenfunktion
oder viele Universen?__188

Quellen__190

Bildnachweis__190

Index__191



Einleitung

Haben Sie sich schon einmal gefragt, woher wir kommen, wohin wir gehen, was wir eigentlich wirklich wissen? Dies sind Grundfragen, die sich Menschen in allen Kulturen, zu allen Zeiten gestellt haben. Dieses Buch versucht, allgemein verständliche Antworten zu geben – doch Vorsicht. Nicht alle Fragen lassen sich mit modernen Erkenntnissen der Naturwissenschaften vollständig beantworten.

Ein großer Psychoanalytiker, es war kein geringerer als Sigmund Freud, sprach einmal von den großen Kränkungen der Menschheit. In den alten Kulturen waren die Menschen sehr mit der Natur verbunden und betrachteten sich als Teil dieser. Dann entwickelte sich das Bewusstsein, dass wir vielleicht etwas Besonderes im Universum sind. Die Erde sollte der Mittelpunkt des Universums sein, alles bewegte sich um diese. Doch dies erwies sich als Irrtum. Heute wissen wir, dass wir uns an keiner ausgezeichneten Position im Universum befinden, die Erde ein Planet unter acht anderen im Sonnensystem ist, die Sonne ein Stern unter vielen Milliarden, möglicherweise gibt es Leben anderswo ... Gibt es überhaupt einen Mittelpunkt des Universums? Was war vor dem Urknall, was ist außerhalb des Universums? Vielleicht gibt es sogar mehr als nur ein Universum?

Der Weg zur Beantwortung dieser Fragen ist ein langer und spannender. Wir können nur einen kleinen Bruchteil direkt beobachten und möglicherweise Dinge nicht genau messen.

Die Erkenntnisse der modernen Physik und Astrophysik sind faszinierend, aufregend, klingen teilweise verrückt. Ich lade die Leserinnen und Leser ein, sich auf den Weg zu begeben, diese Erkenntnisse nachzuvollziehen und sich ein Bild der modernen Theorien über unser Universum und unseren Platz im Kosmos zu machen. Die Reise führt uns von den Vorstellungen der Menschen der Antike zu modernen Stringtheorien, wonach wir möglicherweise nur in einem von vielen Universen leben.

Die modernen Naturwissenschaften geben uns (Teil-)Antworten. Einige Fragen bleiben ungeklärt oder werden sich vielleicht nie beantworten lassen. Die Leserinnen und Leser dieses Buches finden sicherlich Anregungen für eigene Überlegungen zu solchen Fragen.

Ich bedanke mich beim Verlag Anton Pustet und vor allem bei Frau Martina Schneider für die ausgezeichnete Zusammenarbeit. Dieses Buch widme ich meiner am 5. August 2019 verstorbenen Großmutter bei der ich aufgewachsen bin und die mir mein Studium ermöglichte und meine Forschungen stets interessiert mitverfolgte.

Determinismus, alles ist vorhersagbar

Wir haben die Triumphe der Physik beschrieben. Planetenbahnen, Finsternisse, ja sogar die Entdeckung neuer Planeten war mit der von Newton definierten Physik möglich. Durch die Analyse des Sternenlichtes (Spektrn) wissen wir die chemische Zusammensetzung von Sternen, die viele Lichtjahre von uns entfernt sind und können sogar deren Temperatur bestimmen. Ist das Universum also berechenbar?

Der Determinismus ist eine philosophische Grundrichtung, die von folgender Annahme ausgeht: Alles ist vorhersagbar, wenn man nur genau genug die Bedingungen kennt.

Sämtliche Prozesse sind durch Naturgesetze bestimmt. Man muss also alle Naturgesetze kennen. Darüber hinaus muss man die sogenannten Bewegungsgleichungen kennen, dann kann man die Zukunft eines Systems exakt vorhersagen.

Es gibt eine Beziehung zwischen dem Determinismus und dem Materialismus, wie er bereits von Demokrit vertreten wurde. Demokrit vertrat einen atomistischen Materialismus. Alles ist aus kleinen Einheiten, den Atomen, zusammengesetzt. Wenn wir also die Bewegung all dieser Atome genau kennen, sowie die Naturgesetze, nach denen sie sich bewegen, dann müsste die zukünftige Entwicklung vorhersagbar sein. Ein strenger Vertreter dieser Anschauung war Pierre-Simon Laplace. Er sagte: Die Welt lässt sich vollständig durch physikalische Gesetze erklären. Es gibt keinen Zufall. Alles wird berechenbar und damit ist auch die Zukunft vorhersagbar.

Laplace betätigte sich auch politisch und war für sechs Wochen nach dem Staatsstreich Napoleons im Jahr 1799 Innenminister Frankreichs. Anscheinend war er für diese Stelle jedoch nicht geeignet und wurde von Napoleons Bruder abgelöst. Laplace hatte aber auch andere Ämter und soll ungefähr das 25-fache dessen verdient haben, was seinerzeit der Leiter des Göttinger Observatoriums, Carl Friedrich Gauß verdiente. Von 1799 bis 1823 verfasste Laplace sein wichtigstes Werk, *Traité de mécanique céleste*. Dieses fünfbändige Werk enthielt die gesamte Himmelsmechanik. Er gab einen Beweis für die Stabilität des Sonnensystems, beschäftigte sich mit dem Dreikörperproblem, das nicht mehr direkt lösbar ist, und er soll sogar als erster von Schwarzen Löchern gesprochen haben, also von Sternen, deren Gravitation so stark ist, dass nicht einmal Licht deren Oberfläche verlassen kann.

Laplace soll einmal zu Napoleon auf dessen Frage nach Gott gesagt haben, er habe bei seiner Forschung „dieser Hypothese nicht bedurft“.

Newton sprach hingegen immer von einer ordnenden Funktion Gottes. Gott sollte ständig in das Weltgeschehen eingreifen und so Ordnung in das Chaos bringen.

Laplace geht einen großen Schritt weiter und meint, er brauche keinen Gott, der eingreift. Newton und seine unmittelbaren Nachfolger erkannten, dass sich die Planetenbahnen ändern und führten dies auf ein Wirken Gottes zurück, beziehungsweise meinten sie, Gott würde die Planetenbahnen wieder ordnen. Laplace konnte diese Störungen durch seine genauen mathematischen Formeln vorhersagen. Laplace schrieb auch einen *Essai philosophique sur les Probabilités* (Philosophischer Essay über die Wahrscheinlichkeit). Darin spekuliert er von einem Weltgeist. Dieser kenne exakt alle Positionen und Geschwindigkeiten von allen Atomen des Universums. Darüber hinaus kenne er die gesamte Physik, die Gleichungen, die die Bewegung bestimmen. So müsse es diesem Geist möglich sein, die Vergangenheit und die Zukunft des Universums exakt vorherzusagen. Man bezeichnet diesen Weltgeist heute oft auch als Laplace'schen Dämon. Laplace meinte allerdings auch, dass der Mensch mit seinem beschränkten Verstand niemals in der Lage sein würde, ein solches Wissen zu erwerben und deshalb würden wir auch niemals die Zukunft genau vorhersagen können:

„Wir müssen also den gegenwärtigen Zustand des Universums als Folge eines früheren Zustandes ansehen und als Ursache des Zustandes, der danach kommt. Eine Intelligenz, die in einem gegebenen Augenblick alle Kräfte kennt, mit denen die Welt begabt ist, und die gegenwärtige Lage der Gebilde, die sie zusammensetzen, und die überdies umfassend genug wäre, diese Kenntnisse der Analyse zu unterwerfen, würde in der gleichen Formel die Bewegungen der größten Himmelskörper und die des leichtesten Atoms einbegreifen. Nichts wäre für sie ungewiss, Zukunft und Vergangenheit lägen klar vor ihren Augen.“

Die Vorstellung des Laplace-Dämons (heute würden wir Supercomputer dazu sagen) führt zu einem Konflikt in der Philosophie. Gibt es dann überhaupt eine Willensfreiheit, ist nicht all unser Tun und Handeln vorherbestimmt, das Schicksal jedes Menschen genau definiert?

Bereits Robert Boyle, ein englischer Chemiker, äußerte im 17. Jahrhundert die Vermutung, dass unser Universum einem Uhrwerk gleiche. Gott habe das Universum so erschaffen, wie man eine Uhr bauen würde. Einmal gerichtet läuft das Universum unerbittlich wie eine Uhr ab. Alles geschieht nach dem Willen der göttlichen Vorsehung.

Natürlich kommen wir auch bei dieser Vorstellung zum Problem der Willensfreiheit. Eine solche gibt es nicht, es ist alles vorherbestimmt. Bei der Uhr weiß man genau, wann der Zeiger welche Stunde anzeigt. Die Zeit läuft streng ab in genau einer Richtung. Das wiederum wirft ein philosophisches Problem auf. Wenn es aber keine Willensfreiheit gibt, weil ohnehin alles bestimmt ist, dann sind wir



© privat

Arnold Hanslmeier

Univ.-Prof. Dr., unterrichtet Astrophysik am Institut für Physik der Karl-Franzens-Universität Graz. Er hat mehr als 400 wissenschaftliche Publikationen verfasst, darunter sechs Fachbücher sowie ein Standardwerk zur Einführung in die Astrophysik. Gastprofessuren u. a. in Wien, Toulouse, La Laguna, Freiburg, viele Forschungsaufenthalte an den weltgrößten Observatorien. Er betreibt zwei private Sternwarten und es ist ihm ein großes Anliegen, die Faszination der Astrophysik einem breiten Publikum nahezubringen.