

 NATIONAL
GEOGRAPHIC



NEIL DEGRASSE TYSON
JAMES TREFIL

FRAGEN AN DAS
UNIVERSUM

Wer sind wir, woher kommen wir
und wohin gehen wir?



INHALT

Vorbemerkung des Autors..... 9

Einführung..... 11

Kapitel 1: Was ist unser Platz im Universum? 12

Kapitel 2: Woher wir wissen, was wir wissen? 38

Kapitel 3: Wie wurde das Universum, was es ist? 72

Kapitel 4: Wie alt ist das Universum? 98

Kapitel 5: Aus was besteht das Universum?..... 126

Kapitel 6: Was ist Leben? 152

Kapitel 7: Sind wir im Universum alleine?.....180

Kapitel 8: Wie fing alles an?..... 212

Kapitel 9: Wir wird alles enden?.....236

Kapitel 10: Was hat nichts mit allem zu tun?.....264

Anmerkungen293

Weiterführender Lesestoff295

Bildrechte299

Index303

Über die Autoren..... 311

Das Leuchten von Organismen im Wasser an der Küste des Acadia-Nationalparks in Maine und der Sternenhimmel darüber in einer Fotomontage vereint.
Seite 2-3: Computer-Simulation des Zusammenstoßes zweier Schwarzer Löcher.

Sonnenuntergang über dem Pazifik
von der Internationalen Raumstation
aus gesehen.

KAPITEL

1

WAS IST UNSER PLATZ IM UNIVERSUM?

- IST DIE ERDE EIN PLANET?
- ASTRONOMIE MIT EINEM STAB
- DIE PARALLAXEN-LÖSUNG
- WIE GROSS IST DAS SONNENSYSTEM?
- HENRIETTA LEAVITT & DIE STANDARDKERZE
- GALAXIEN
- MILLIARDEN & ABERMILLIARDEN
- EIN LETZTES WORT



1

Isaac Newton und Aristoteles gehen in eine Bar. Sie diskutieren angeregt darüber, was wirklich geschieht, wenn ein Objekt auf die Erde fällt. Beide stellen sich den Vorgang vor, doch sie sehen ihn völlig unterschiedlich.

In Aristoteles' Welt besteht alles aus vier Grundelementen: Erde, Luft, Feuer und Wasser. Das Objekt besteht aus Erde und keinem der anderen drei Elemente. Es hat das inhärente Verlangen, ins Zentrum des Universums zu streben – aus Aristoteles Sicht das Zentrum der Erde. Für ihn ist es selbstverständlich, dass alle himmlischen Körper um die Erde kreisen, die selbst stillsteht. Das Objekt ist durch seine innere Natur dazu gezwungen zu fallen.

Für Newton ist es nicht wichtig, aus was das Objekt besteht, nur, dass es eine Masse hat. Er weiß, dass die Erde auf jedes Objekt auf seiner Oberfläche eine Anziehungskraft ausübt. Sein Gesetz der universellen Gravitation sagt ihm, dass alles wegen dieser Kraft auf die Erde fällt.

Er weiß zudem, dass diese Kraft, bis in das Weltall reicht. Sie hält auch den Mond in seiner Umlaufbahn, der ohne das konstante Zerren der Gravitation in das All davonfliegen würde.

Aristoteles bestellt einen Retsina, Newton einen Met. Über ihren Drinks diskutieren sie, wer recht hat. Newton schlägt einen einfa-

Seit Jahrtausenden versuchen wir, unseren Platz im Kosmos zu verstehen.



Erdaufgang am 24. Dezember 1968, aufgenommen während Apollo 8, der ersten bemannten Mission zum Mond. Heutige Beobachtungen aus dem Weltraum bestätigen die Wissenschaft der vergangenen Jahrhunderte.

ASTRONOMIE MIT EINEM STAB

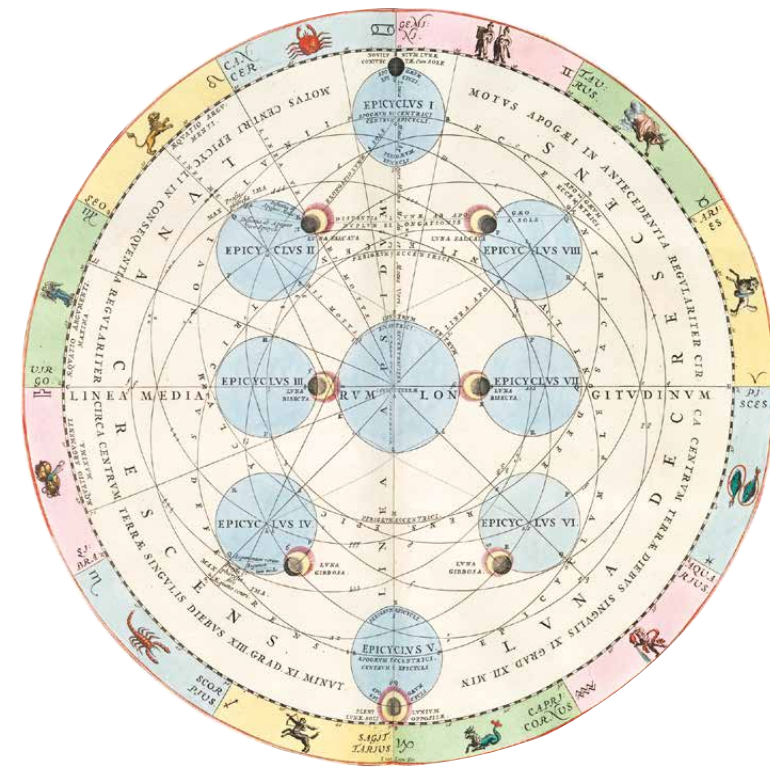
Wir wissen nicht, was Sie in der Schule lernten. Aber lassen Sie uns klarstellen, dass keiner mit etwas Bildung im 15. Jahrhundert glaubte, die Erde sei flach oder Kolumbus fiele über die Kante, wenn er zu weit segeln würde.

Ptolemäus widmete einen Abschnitt des Almagest der Vorstellung, «dass auch die Erde als Ganzes wahrnehmbar kugelförmig ist». Er vermerkte unter anderem, dass Sonnenfinsternisse an verschiedenen Orten um das Mittelmeer zu verschiedenen Tageszeiten eintreten. Wäre die Erde flach, würden sie sich überall gleichzeitig ereignen. Zudem sei bei Mondfinsternissen der Erdschatten auf dem Mond immer rund. Und eine Kugel ist die einzige Form, die unabhängig vom Winkel des Sonnenlichts einen runden Schatten wirft. Ptolemäus

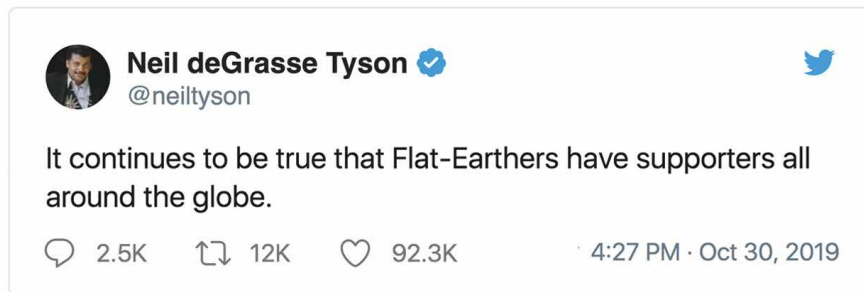
ERKLÄRUNG DURCH EPIZYKELN

Was geschieht wirklich, wenn der Merkur sich zurück bewegt? Im Gegensatz zu dem, was Ihnen Astrologen erzählen würden: nichts. Der Merkur bewegt sich nicht tatsächlich rückwärts, es sieht nur aufgrund der verschiedenen Umlaufbahnen von Merkur und Erde um die Sonne so aus, so wie der Zug nebenan plötzlich rückwärts zu fahren scheint, obwohl nur Ihr Zug langsam anfährt.

Zu Ptolemäus' Zeiten erforderte die scheinbare Rückwärtsbewegung eine Erklärung, die im geozentrierten Modell des Universums Sinn ergab. Um die periodische Rückwärtsbewegung der Planeten zu erklären, fügten die Astronomen kleinere Kreise, die Epizykeln, in ihr System ein. Das sonnenzentrierte Modell des Universums vereinfachte das System und erklärt auf natürliche Weise die rückläufige Bewegung und viele andere beobachtbare Himmelsphänomene.



Epizykel innerhalb von Epizykeln: Die Modelle wurden immer komplexer.



Es gilt weiterhin, dass Flacherdler auf dem ganzen Erdball Anhänger haben.

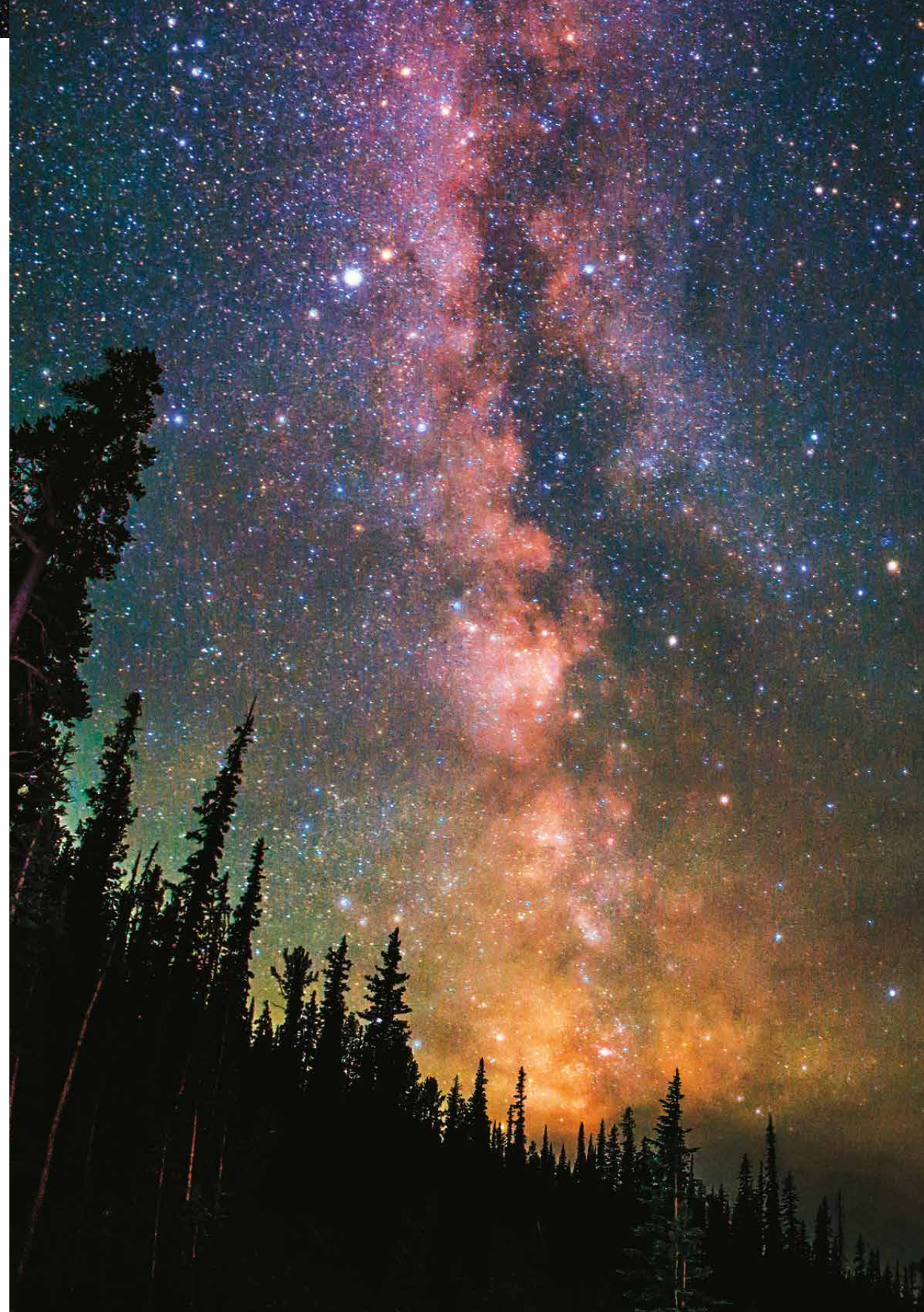
hielt auch fest, dass bei einem Schiff, das wegsegelt, immer zuerst der Rumpf hinter dem Horizont verschwindet, während die Masten noch sichtbar bleiben: Das Schiff segelt also über eine gekrümmte Erde.

Diesen Belegen können wir heute noch den Rose-Bowl-Beweis hinzufügen: Menschen an der Ostküste der Vereinigten Staaten, die das in Kalifornien ausgetragene Rose-Bowl-Spiel verfolgen, sehen ein Stadium im Licht des Spätnachmittags, während sie selbst im Dunklen sitzen. Wäre die Erde flach, würde es überall gleichzeitig dunkel. So erhalten auch moderne Footballfans einen Beweis dafür, dass die Erde eine Kugel ist.

Einige Jahrhunderte vor Ptolemäus war schon für den Philosophen Eratosthenes von Kyrene klar, dass die Erde eine Kugel ist. Er fand sogar eine geniale Idee, ihren Umfang zu messen. Das war über tausend Jahre vor der Erfindung des Teleskops und bevor es so etwas wie ein astronomisches Instrument gab. Seine Arbeit war ein Paradebeispiel für das «astronomische Arbeiten mit einem Stab».

Eratosthenes wusste, dass die Sonne zur Sommersonnwende am 21. Juni in Syene, dem heutigen Assuan in Ägypten, mittags genau im Zenit stand, da ihr Licht bis auf den Grund eines tiefen Brunnen fiel. Zur selben Zeit maß er die Länge des Schattens, den ein Pfeiler in

Der Nachthimmel war für ungebildete Beobachter in der Antike wie die Kuppel eines Planetariums, eine Oberfläche voller strahlender Objekte. Sterne und Planeten waren auf dem Himmel, nicht im Himmel.



»Tyson und Trefil führen den Leser präzise durch fast jeden Aspekt der kosmischen Geschichte, indem sie uralte Fragen mit neuem Elan angehen.«

Forbes.com

Von dem »Popstar« der Astrophysik mit ca. 14 Millionen Twitter-Followern

Wie hat das Leben begonnen? Welchen Platz haben wir im Universum? Sind wir allein? Astrophysiker Neil deGrasse Tyson beantwortet die wichtigsten philosophischen Fragen über das Universum – auf Basis der aktuellsten Daten, Beobachtungen und Theorien. Die Komplexität des Kosmos und die Bausteine der Astrophysik für Leser aller Altersgruppen inspirierend und verständlich erklärt. Illustriert mit verblüffenden Fotos und Grafiken.

Neil deGrasse Tyson, James Trefil

Fragen an das Universum

Wer sind wir, woher kommen wir und wohin gehen wir?

312 Seiten; ca. 200 Abb.

Format: 16,8 × 24,1 cm; Hardcover mit Leseband

€ [D] 29,99 € [A] 30,90 sFr. 41,50

ISBN: 978-3-86690-780-5

WG: 647 Auslieferungstermin: September 2021



Seit ihrer Gründung 1888 hat sich die National Geographic Society weltweit an mehr als 13000 Expeditionen, Forschungs- und Schutzprojekten beteiligt. Die Gesellschaft erhält Fördermittel von National Geographic Partners LLC, unterstützt unter anderem durch Ihren Kauf. Ein Teil der Einnahmen dieses Buches hilft uns bei der lebenswichtigen Arbeit zur Bewahrung unserer Welt. Das legendäre NATIONAL GEOGRAPHIC-Magazin erscheint monatlich. Darin veröffentlichen namhafte Fotografen ihre Bilder und renommierte Autoren berichten aus nahezu allen Wissensgebieten der Welt. National Geographic im TV ist ein Premium Dokumentations-Sender, der ein informatives und unterhaltsames Programm rund um die Themen Wissenschaft, Technik, Geschichte und Weltkulturen bereithält. Falls Sie mehr über National Geographic wissen wollen, besuchen Sie unsere Website unter www.nationalgeographic.de.

Copyright © 2021 Curved Light Productions, LLC

NEIL DEGRASSE TYSON
JAMES TREFIL

FRAGEN AN DAS UNIVERSUM

