

PROFESSOR ALBERT UND



DAS RÄTSEL DES UNIVERSUMS

KNESEBECK



SHEDDAD KAID-SALAH FERRÓN und EDUARD ALTARRIBA

PROFESSOR ALBERT UND

DAS RÄTSEL DES UNIVERSUMS

Text: Sheddad Kaid-Salah Ferrón
Illustrationen: Eduard Altarriba
Aus dem Spanischen übersetzt von Ebi Naumann



KNESEBECK

- 
- 4** EINLEITUNG
 - 5** GRAVITATION
 - 6** DIE GRAVITATION BEI NEWTON
 - 8** DIE GRAVITATION BEI EINSTEIN
 - 11** GRAVITATIONSLINSEN
 - 12** WIE ALLES ANFING: DER URKNALL
 - 14** GALAXIEN
 - 17** DIE GRÖSSE DES UNIVERSUMS
 - 18** WIE EIN STERN ENTSTEHT
 - 20** STERNKLASSEN
 - 22** DAS LEBEN EINES STERNS
 - 23** DIE SONNE
 - 24** WIE EIN STERN STIRBT
 - 26** GIBT ES AUSSERIRDISCHES LEBEN?
 - 27** EXOPLANETEN
 - 28** FLUCHTGESCHWINDIGKEIT
 - 29** WARUM DER MOND NICHT RUNTERFÄLLT
 - 30** SCHWARZE LÖCHER
 - 34** KOSMISCHE HINTERGRUNDSTRAHLUNG
 - 36** DAS GEHEIMNIS DUNKLER MATERIE
 - 38** DAS KOSMISCHE NETZ
 - 40** DAS UNIVERSUM DEHNT SICH AUS
 - 42** DUNKLE ENERGIE
 - 44** GRAVITATIONSWELLEN
 - 46** WURMLÖCHER
 - 50** WIE SIEHT DAS UNIVERSUM AUS?
 - 52** DAS BEOBACHTBARE UNIVERSUM
 - 54** KOSMISCHER KALENDER

Alle Galaxien, alle Schwarzen Löcher, alle Sterne, alle Planeten, Asteroiden, Kometen, Felsen, Staub, Geschöpfe, Menschen, Atome, Teilchen, Licht ..., absolut alles, was wir kennen (und noch nicht kennen), nennen wir KOSMOS oder UNIVERSUM.

Mit anderen Worten: Der Kosmos ist die Gesamtheit all dessen, was existiert: Raum und Zeit, kurz der Ort, an dem sich die gesamte Materie und Energie finden.

Warum gibt es nicht einfach nichts? WARUM MACHT SICH DAS UNIVERSUM ÜBERHAUPT DIE MÜHE, ZU EXISTIEREN?

Um das rauszubekommen, begeben wir uns auf eine Reise durch das lange Leben des Universums, von der Zeit seiner Geburt bis zu seinem möglichen Ende, und versuchen dabei, einigen seiner Geheimnisse auf die Spur zu kommen.

Da die großräumige Struktur des Universums von der Gravitation bestimmt wird, wollen wir zunächst den Versuch unternehmen, zu verstehen, worum es sich dabei eigentlich handelt.

Herzlich willkommen zu unserer unglaublichen Reise!

Gravitation

Von dem Begriff Gravitation, den wir in diesem Buch hauptsächlich benutzen werden, habt ihr sicher schon gehört, wenn auch vielleicht unter dem gebräuchlicheren Namen Schwerkraft. Sie sorgt dafür, dass ihr nicht abhebt und beim Stolpern immer auf die Nase fällt.

Gravitation ist die von deren jeweiliger Größe abhängige gegenseitige Anziehungskraft von Körpern.

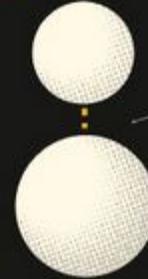
Wenn wir zwei Körper (zum Beispiel diese Astronauten) mitten in den Weltraum verfrachten, werden sie immer schneller aufeinander zuffliegen, bis sie zusammenstoßen.

GRAVITATION IST ANZIEHEND

Mit anderen Worten: Sie zieht immer an und stößt nie ab. Eine „Antigravitation“ gibt es nicht. Es besteht also keine Hoffnung, dass es mal ein „antigravitatives“ Skateboard geben wird, mit dem ihr durch die Luft schweben könnt.



Je mehr Masse ein Körper hat, desto größer ist die Gravitation, die von ihm ausgeht.



Zwei große, dicht beieinander befindliche Körper ziehen sich viel mehr an als zwei kleine, weit voneinander entfernte Körper.



Je näher zwei Körper sich kommen, desto stärker ziehen sie sich an.

Die Gravitation ist die schwächste der vier Naturkräfte, die das Universum bestimmen.

DIE 4
Naturkräfte
DES UNIVERSUMS

1. Gravitation ist eine Kraft, die von jedem massehaltigen Körper ausgeht, überall! Planeten, Sterne, Schwarze Löcher und Galaxien verdanken ihr Dasein der Gravitation.

2. Elektromagnetische Kraft ist verantwortlich für die Elektrizität und den Magnetismus.

3. SCHWACHE Kernkraft wird bei einigen radioaktiven Zerfällen beobachtet, etwa der Betastrahlung*.

4. STARKE Kernkraft hält die Protonen und Neutronen im Atomkern zusammen.

* „Professor Albert und das Geheimnis der Quantenphysik“, Seite 33

Die Gravitation bei Newton

Dass die Dinge zu Boden fallen, weiß jedes Kind, aber **Isaac Newton** (1643–1727) war der Erste, der erkannt hat, dass die Schwerkraft eine **Naturkraft** ist: die Kraft, die uns an die Erde bindet und den Mond um die Erde sowie die Planeten um die Sonne kreisen lässt.

NEWTONSCHES GRAVITATIONSGESETZ

Newton stellte dieses Gesetz auf, das Gravitation als ständige Anziehungskraft beschreibt, die jeder Massepunkt auf jeden anderen, von ihm entfernten Massepunkt ausübt. So als wären zwei Körper durch ein unsichtbares Seil verbunden, das sie gegenseitig anzieht.

Je größer die Massen der Körper und je näher sie einander sind, desto stärker ist die Kraft, die auf sie einwirkt.



Warum fallen Körper?

Unsere Erde ist ein sehr großer Körper und sehr massereich. Alle Körper in ihrer Nähe sind ihrer Schwerkraft ausgesetzt und werden unweigerlich zu ihrer Oberfläche hingezogen.

Lassen wir ein Ding in einer gewissen Höhe über dem Boden los, wird es die Schwerkraft so lange anziehen, bis es den Boden berührt. **DANN IST ES GEFALLEN.**

Warum fällt der Apfel auf die Erde und nicht die Erde auf den Apfel?

Ein Apfel oben im Baum übt auch eine Gravitationskraft auf die Erde aus, aber die Masse unseres Planeten ist so viel größer als die des Apfels, dass Letztere sich kaum bemerkbar macht.



Warum dreht sich der Mond um die Erde?

Stellt euch vor, ihr befestigt einen Ball an einer Schnur. Wenn ihr euch jetzt im Kreis dreht, wird auch der Ball sich um euch drehen, und solange ihr ihn festhaltet, wird er auch nicht davonfliegen.

Nun – so ziemlich dasselbe passiert auch mit dem Mond und der Erde. Die Gravitation hält den Mond und die Erde zusammen, hindert den Mond daran, davonzufliegen, und sorgt dafür, dass er sich um die Erde bewegt (um sie kreist).

Dies erklärt auch, warum die Planeten um die Sonne kreisen.





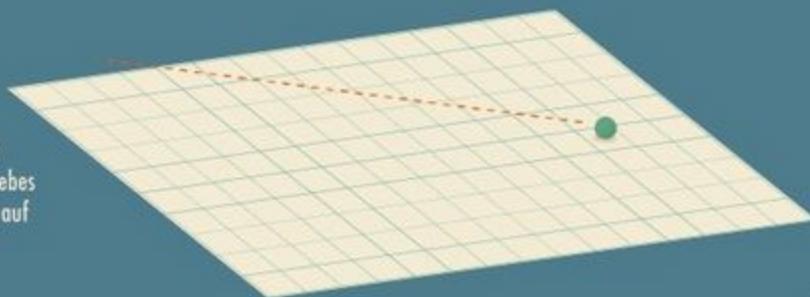
Einstein betrachtete GRAVITATION nicht bloß als eine Kraft, die augenblicklich und über jede Entfernung hinweg wirkt, wie Newton meinte, sondern als eine Folge der „Verzerrung“ oder Krümmung der GEOMETRIE unseres Universums. Gravitation wirkt überall und immer.

Einstein meinte, Raum und Zeit existierten nicht unabhängig voneinander, sondern wären miteinander verbunden. Zusammen bilden sie die sogenannte RAUMZEIT, die von masselastigen Körpern verzerrt oder gekrümmt wird.

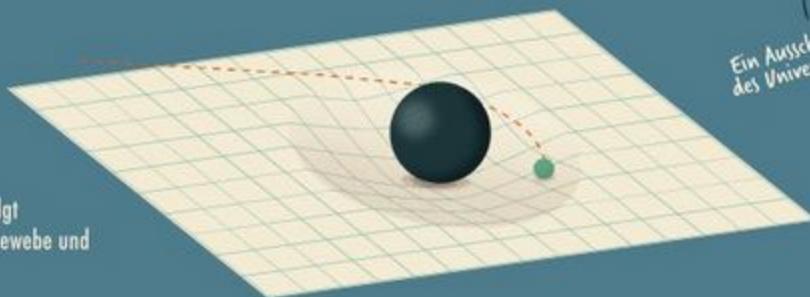
MASSE „KRÜMMT“ RAUMZEIT

Stellt euch die Raumzeit als eine Art Gewebe vor, aus dem das Universum besteht und das sich verbiegt, sobald masselastige Dinge es berühren.

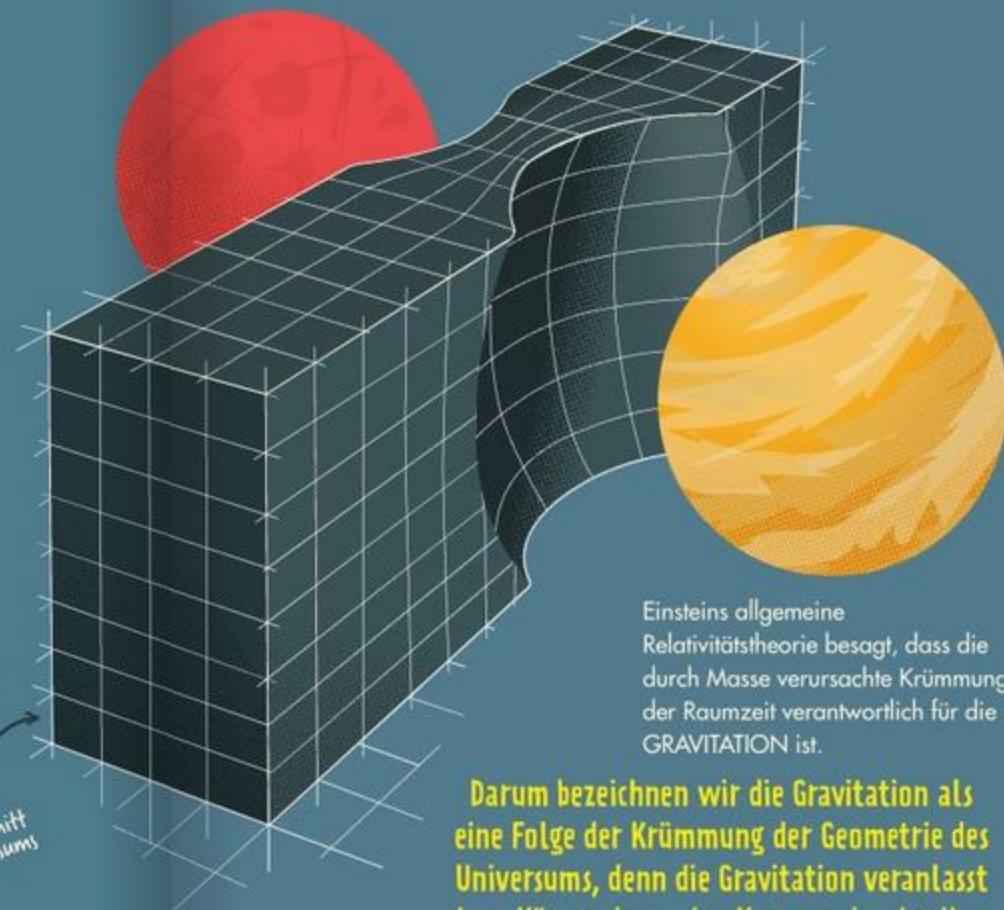
Lässt man eine Murmel über die glatte Oberfläche eines in sich flexiblen Gewebes rollen, überquert sie diese auf geradem Wege.



Legen wir jedoch einen schweren Körper auf das Gewebe, krümmt es sich, und die Murmel folgt der neuen Linie auf dem Gewebe und beschreibt eine Kurve.



Ein Ausschnitt des Universums



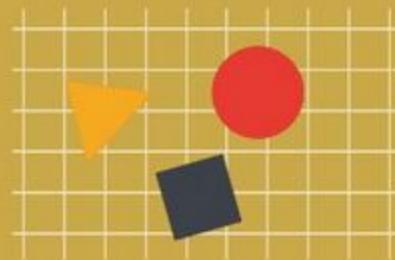
Einsteins allgemeine Relativitätstheorie besagt, dass die durch Masse verursachte Krümmung der Raumzeit verantwortlich für die GRAVITATION ist.

Darum bezeichnen wir die Gravitation als eine Folge der Krümmung der Geometrie des Universums, denn die Gravitation veranlasst einen Körper dazu, eine Kurve zu beschreiben, wenn er in die Nähe einer durch eine Masse verursachten Raumzeit-Krümmung gerät.

Auch wenn wir die Idee von der Raumzeit-Struktur hier zwei- und dreidimensional darstellen, müssen wir sie uns in Wirklichkeit vierdimensional vorstellen: eine Dimension für die Zeit und drei Dimensionen für den Raum.

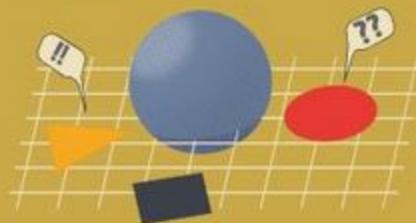
Wie in unserem Beispiel mit der Murmel können wir auch die Raumzeit als Gewebe auffassen, aus dem der Kosmos besteht und welches sich in der Nähe massereicher Körper krümmt.

FLÄCHENLAND

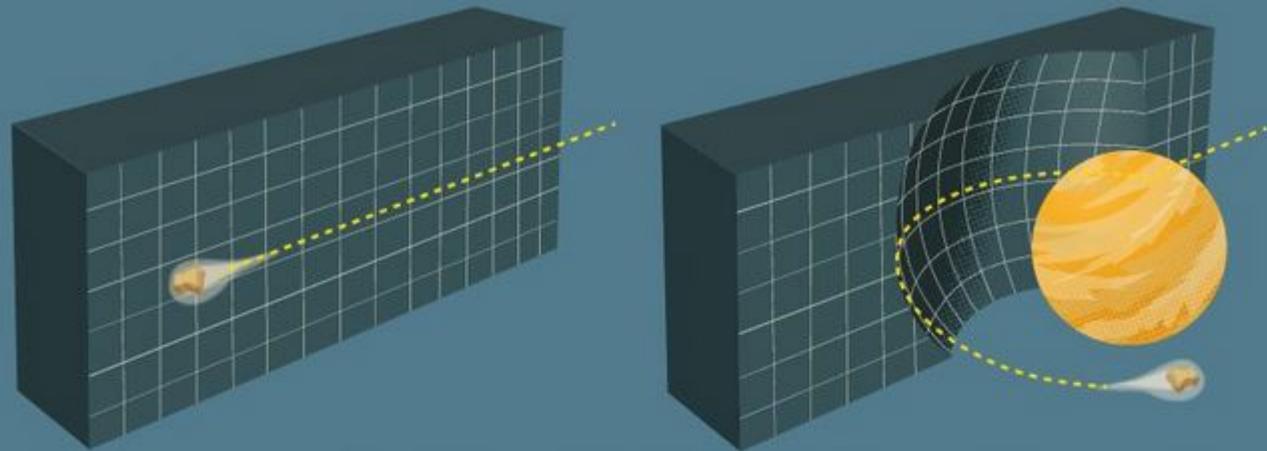


1884 schrieb der Autor und Mathematiker Edwin A. Abbott den Roman „Flächenland“, eine erfundene, zweidimensionale Welt, die von flachen geometrischen Figuren bewohnt wird: Linien, Dreiecken, Kreisen, Quadraten usw.

Die Hauptperson, das einfache Quadrat, träumt von Welten mit anderen Dimensionen: von Punktland mit keiner und Linienland mit einer Dimension. Das Auftauchen von Kugel hilft Quadrat, die dreidimensionale Welt zu verstehen, sorgt aber bei den flachen Bewohnern von Flächenland, die sich eine dritte Dimension nicht vorstellen und Begriffe wie oben und unten nicht begreifen können, für Aufruhr. Für sie ist Kugel bloß ein Kreis, der ihre flache Welt durchkreuzt.



Uns geht es wie Quadrat: Auch wenn wir ein dreidimensionales Bild von unserer Welt haben und wissen, was oben und was unten bedeutet, vorn, hinten, links und rechts – wir sind in der Lage, zu verstehen, dass wir in einer vierdimensionalen Welt leben: den drei Dimensionen des Raums und der Dimension der Zeit.



Auch ein Himmelskörper, der den Weltraum durchquert (sagen wir, ein Meteorit), kann eine Richtungsänderung erfahren, genauso wie die Mummel in unserem Beispiel.

Solange es keine Krümmung gibt, folgt der Meteorit seiner geraden Spur.

Aber wenn das Raumzeit-Gewebe durch die Anwesenheit eines Körpers gekrümmt wird, folgt seine Bahn dieser Krümmung.

Ja, je nachdem wie schnell er ist, kann er auf eine Umlaufbahn geraten oder sogar auf den Körper stürzen.

Die Raumzeit gibt der Materie vor, wie sie sich bewegen soll; die Materie gibt der Raumzeit vor, wie sie sich zu krümmen hat.

John Wheeler

Aufgrund ihrer Masse krümmt die Sonne die Raumzeit. Auch die Erde verzerrt das Raumzeit-Gewebe. Aber weil sie weniger Masse hat als die Sonne, verursacht sie eine geringere Krümmung als jene. Deshalb wird die Erde stärker von der durch die Sonne verursachten Krümmung beeinflusst als umgekehrt. Und daher kreist die Erde um die Sonne. Das Entsprechende gilt für das Verhältnis zwischen Erde und Mond.



DIE RAUMZEIT IST DER ORT, AN DEM SICH UNSERE WIRKLICHKEIT IM UNIVERSUM ABSPIELT.



Gravitationslinsen

Bekanntermaßen ist die kürzeste Verbindung zwischen zwei Punkten die Gerade.



Aber was passiert mit einem Lichtstrahl, wenn die Raumzeit sich infolge eines Himmelskörpers krümmt?

Licht bewegt sich auf einer geraden Bahn durch die Raumzeit, aber wenn es auf ein massives Objekt trifft, das den Raum krümmt, folgt es dieser Krümmung, obwohl es selbst KEINE Masse hat. Mit anderen Worten: Auch seine Bahn krümmt sich.



Dieses Phänomen nennen wir eine **GRAVITATIONSLINSE**.

Wären wir selbst das Licht, würden wir gar nicht bemerken, dass unsere Bahn eine Kurve beschreibt, weil auch der physikalische Raum um uns herum gekrümmt ist.

Dank der Gravitationslinsen können wir auch sehr weit entfernte Himmelsobjekte beobachten, die sonst außerhalb unseres Gesichtsfelds lägen, weil ihr schwaches Licht durch einen massiven Himmelskörper oder ein Schwarzes Loch verdeckt wird.



Gravitationslinsen wirken wie ein mächtiges Teleskop.



Der Erste, der über Gravitationslinsen nachgedacht hat, war Rudi W. Mandl, ein Amateurphysiker, der als Tellerwäscher in einem New Yorker Restaurant arbeitete und Einstein seine Ideen vortrug. Dieser nahm ihn ernst und erklärte 1936 in einer Notiz in der Fachzeitschrift „Science“, was eine Gravitationslinse ist, und erwähnte Rudi W. Mandl als deren Urheber.

Quantengravitation?

Ein GRAVITON ist ein Elementarteilchen, das Physiker als verantwortlich für die Schwerkraft halten. Gravitonen ähneln Protonen oder Lichtquanten, sind bislang aber noch nie gesehen worden. Falls dies irgendwann mal jemandem gelingen sollte, wäre das eine wissenschaftliche Sensation, weil es den Beweis für die Quantengravitation liefern würde.