

Florian
FREISTETTER

Eine
Geschichte
des
Universums
in 100
STERNEN



ullstein

FLORIAN FREISTETTER, geboren 1977, hat an der Universität Wien Astronomie studiert. 2008 rief er das Astronomie-Blog *Astrodicticum simplex ins Leben*, das zu den meistgelesenen deutschen Wissenschaftsblogs gehört. Sein Podcast »Sternengeschichten« zählt zu den erfolgreichsten Wissenschaftspodcasts in deutscher Sprache. Zuvor erschienen u. a. *Der Komet im Cocktailglas. Wie Astronomie unseren Alltag bestimmt* (2013), ausgezeichnet mit dem Preis »Wissenschaftsbuch des Jahres 2014«, *Newton – Wie ein Arschloch das Universum neu erfand* (2017) sowie zuletzt, zusammen mit Helmut Jungwirth, *Eine Geschichte der Welt in 100 Mikroorganismen* (2021). 2015 wurde er festes Mitglied der Wissenschaftskabarettgruppe Science Busters.

Florian
FREISTETTER

Eine
Geschichte
des
Universums
in 100
STERNEN

Ullstein

Besuchen Sie uns im Internet:

www.ullstein.de

Wir verpflichten uns zu Nachhaltigkeit



- Papiere aus nachhaltiger Waldwirtschaft und anderen kontrollierten Quellen
- ullstein.de/nachhaltigkeit



Ungekürzte Lizenzausgabe im Ullstein Taschenbuch

1. Auflage Dezember 2023

© 2019 bei Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, München

Alle Rechte vorbehalten.

Umschlaggestaltung: zero-media.net, München unter Verwendung
einer Vorlage von Anzinger und Rasp, München

Titelabbildung: © Iefym Turkin/iStock

Satz: Satz für Satz, Wangen im Allgäu

Gesetzt aus Janson MT Pro

Druck und Bindearbeiten: ScandBook, Litauen

ISBN 978-3-548-06879-4

Eine Geschichte des Universums in 100 Sternen

Reichen 100 Sterne für eine Geschichte des ganzen Universums? Nein – der Kosmos ist sehr viel größer, als wir es uns vorstellen können, und er enthält eine ebenso unvorstellbar große Anzahl von Sternen. Wie viele es tatsächlich sind, ist das Thema einer der 100 Geschichten dieses Buchs, die zusammengenommen eine der vielen möglichen Geschichten des Universums erzählen.

Dieses Buch soll kein reines Inventar des Kosmos sein. Natürlich erfährt man alles über Sterne, Galaxien, Planeten und all die anderen Himmelskörper und Phänomene, denen man im Universum begegnen kann. Wir werden auf Sterne treffen, die von galaktischen Kollisionen erzählen und uns verraten, wie ein Schwarzes Loch funktioniert. Sterne, die von Planeten umkreist werden, die seltsamer sind als alles, was die Science-Fiction zu bieten hat. Manche Sterne erlauben uns einen Blick auf den Anfang des Universums, und andere können uns zeigen, wie seine Zukunft aussehen wird.

Aber eine Geschichte des Universums ist immer auch eine Geschichte über uns Menschen. Seit es uns gibt, übt der Himmel eine unstillbare Faszination auf uns aus. Die Sterne haben unsere Kultur beeinflusst, unser Denken, und uns zu dem gemacht, was wir heute sind. Deswegen spielen auch all die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler eine Rolle, die in der Vergangenheit unser Wissen über das Universum erweitert haben. Die Sterne erzählen die Geschichten bekannter Persönlichkeiten wie Isaac Newton oder Albert Einstein ebenso wie die von Menschen, die kaum jemand kennt: von Dorrit

Hoffleit, die die Antwort auf die Frage »Weißt du, wie viel Sternlein stehen?« gefunden hat. Von Henrietta Swan Leavitt, dank derer wir wissen, wie groß der Kosmos ist. Von Amina Helmi und ihrer Erforschung stellarer Fossilien. Von Cecilia Payne, die herausfand, woraus Sterne bestehen. Und von Georg von Peuerbach, der dem heliozentrischen Weltbild den Weg bereitete, und James Bradley, der ein für alle Mal zeigte, dass die Erde sich um die Sonne bewegt. Sie und all die anderen Menschen, die in diesem Buch auftauchen, haben dafür gesorgt, dass wir den Nachthimmel nicht nur bewundern, sondern auch verstehen können.

Das Licht der Sterne hat uns verraten, wie alles vor 13,8 Milliarden Jahren seinen Anfang genommen hat, wie unsere Sonne entstanden ist und der Planet, auf dem wir leben. Es hat uns Mythen erfinden und Geschichten erzählen lassen, uns zu technologischen Höchstleistungen angespornt und zum philosophischen Nachdenken über das, was uns ausmacht. Heute treibt es uns dazu an, die Antwort auf die Frage zu finden, ob wir allein im Universum sind und wie unsere Zukunft im Kosmos aussehen könnte.

Die 100 Sterne, die ich für dieses Buch ausgewählt habe, haben kaum etwas gemeinsam. Manche sind hell und seit Jahrtausenden Teil der Geschichten, die Menschen sich über den Himmel erzählen. Manche leuchten so schwach, dass sie nur mit den größten Teleskopen zu erkennen sind. Einige tragen prominente Namen, andere nur Katalogbezeichnungen voller Zahlen und Buchstaben. Es sind große Sterne, kleine Sterne, nahe Sterne und ferne Sterne. Manche Geschichten handeln von Sternen, die erst noch entstehen müssen, andere von solchen, die schon längst gestorben sind.

Die Sterne sind so vielfältig wie das Universum selbst. Je-

der Stern erzählt seine ganz eigene Geschichte, und zusammen erzählen sie die Geschichte der ganzen Welt. Genauso kann auch dieses Buch gelesen werden: Man kann es zu Beginn eines beliebigen Kapitels aufschlagen und sich in eine Teilgeschichte des Universums vertiefen, denn jedes Kapitel ist so konzipiert, dass es unabhängig von den anderen gelesen werden kann. Oder aber man beginnt am Anfang, liest bis zum Ende und dringt mit jeder einzelnen Geschichte tiefer in die Geheimnisse des Universums ein.

Die Geschichte des Universums ist zu komplex, um von einem einzigen Menschen in einem einzigen Buch aufgeschrieben zu werden. Aber die Version, die sich mithilfe der hier ausgewählten 100 Sterne erzählen lässt, gehört zu den größten Geschichten, die man über das Universum erzählen kann. Es ist die Geschichte aller Menschen, die im Laufe der Jahrtausende versucht haben, die Welt zu verstehen, in der sie leben, und die Geschichte der faszinierenden Erkenntnisse, die sie dabei gewonnen haben. Viel Spaß bei der Reise durch den Kosmos.

Hikoboshi

*Der Rinderbirte und
die himmlische Weberin*

Der hellste Stern im Sternbild Adler ist schwer zu übersehen. Er ist nur 16 Lichtjahre von uns entfernt, hat eine Leuchtkraft, die elfmal größer ist als die der Sonne, und ist der zwölft-hellste Stern an unserem Nachthimmel. Sein offizieller Name lautet »Altair«, und wie so viele andere Sternnamen stammt er aus dem Arabischen.

Im 8. und 9. Jahrhundert griffen arabische Astronomen das Wissen der griechischen Antike auf, erweiterten es und brachten eigene Übersetzungen der klassischen Werke heraus. Als dann die Gelehrten des mittelalterlichen Europa ihrerseits diese arabischen Texte übersetzten, übernahmen sie dabei auch die Bezeichnungen für die Sterne. So wurde aus al-nesr al-tā'ir («der fliegende Adler») der heute immer noch gültige Name Altair.

So gut wie alle hellen Sterne am Himmel tragen Namen, die aus dem Arabischen stammen, wie etwa Ras Algethi, Algol, Dschubba, Fomalhaut, Mizar, Zuben-el-dschenubi und viele mehr. Einige wenige tragen lateinische Bezeichnungen, zum Beispiel Polaris, Regulus und Capella. Aber auch wenn die westliche Kultur fest auf dem Fundament der griechisch-römischen Antike und ihrer arabischen Rezeption ruht, dürfen wir über dieser Dominanz nicht vergessen, dass der Himmel zu allen Zeiten von allen Menschen beobachtet worden ist.

Jedes Volk hat seine eigenen Namen für die Sterne und erzählt seine eigenen Geschichten. In Japan kennt man Altair

zum Beispiel als »Hikoboshi« und feiert ihm zu Ehren jedes Jahr am 7. Juli ein eigenes Fest. Beziehungsweise: ein Fest zu Ehren von Hikoboshi und Orihime – dem Kuhhirten und der Weberin. Ihre Geschichte geht auf eine chinesische Volkssage zurück, die mindestens 2600 Jahre alt ist.

Orihime, die Tochter des Himmelsgottes Tentei, ist damit beschäftigt, Stoff für die Gewänder der Götter zu weben. Um seiner Tochter ein wenig Abwechslung von der Arbeit zu verschaffen, verkuppelt Tentei sie mit dem Rinderhirten Hikoboshi. Aber wie das eben so ist bei jungen Leuten, vergessen sie vor lauter Liebe die Arbeit. Die Kühe laufen unbeaufsichtigt durch die Gegend, und die Götter warten vergeblich auf den Stoff für ihre Kleidung. Tentei muss einschreiten und die beiden trennen. Sie werden auf verschiedene Seiten von Amanogawa verbannt, dem großen Himmelsfluss. Aber auch jetzt bleibt die Arbeit liegen, denn Orihime und Hikoboshi sind viel zu unglücklich, um sich auf ihre Aufgaben konzentrieren zu können. Deswegen ist es ihnen erlaubt, sich einmal im Jahr zu treffen – immer am 7. Tag des 7. Monats. Als sich die beiden Liebenden aber das erste Mal besuchen wollen, fehlt eine Brücke über den Himmelsfluss. Orihime beginnt daraufhin so heftig zu weinen, dass ein großer Schwarm Elstern Mitleid mit ihr hat. Mit ihren Flügeln bilden sie eine Brücke über Amanogawa und versprechen dem Paar, ihnen diesen Gefallen auch in Zukunft jedes Jahr zu tun – sofern es am 7. Tag des 7. Monats nicht regnet und der Himmelsfluss nicht zu viel Wasser führt.

Die tragische Liebesgeschichte und ihr Happy End kann man auch heute noch am Himmel betrachten. Hikoboshi ist, wie schon gesagt, der Stern Altair. Orihime, die himmlische Weberin, wird durch den hellen Stern Wega repräsentiert.

Und so wie in der Sage kann man zwischen ihnen die Milchstraße sehen – den Himmelsfluss Amanogawa. Wer ganz genau hinsieht, kann sogar die hilfreichen Elstern erkennen. Denn tatsächlich sind Teile der zwischen Wega und Altair sichtbaren Region der Milchstraße von großen interstellaren Staubwolken verdeckt, und ein dunkler Streifen zieht sich über den »Himmelsfluss«.

Orihime und Hikoboshi kann man im Sommer besonders gut und hoch am Himmel stehen sehen. Genau dann, wenn in Japan das Tanabata-Fest gefeiert wird. Man erinnert sich an die Geschichte des Hirten und der Weberin, stellt Bambusbäume auf und hängt daran Zettel mit Wünschen auf, die man gerne erfüllt sehen will.

Schon lange bevor wir wussten, was es mit den Sternen auf sich hat, haben sie uns zu Geschichten inspiriert. Der Himmel ist voll damit, und wir sollten keine davon vergessen. Denn genauso wie die Sterne uns etwas über das Universum erzählen, erzählen uns unsere Geschichten über sie etwas über uns selbst.



2MASS J18082002-5104378 B

Ein Blick auf den Urknall

Der Stern 2MASS J18082002-5104378B ist viel spannender, als es seine eher unhandliche Bezeichnung vermuten lassen würde. Es handelt sich um einen kleinen roten Zwergstern, knapp 2000 Lichtjahre von der Erde entfernt, der uns einen kurzen Blick direkt auf den Anfang des Universums erlaubt.

Als das Universum vor 13,8 Milliarden Jahren entstand, gab es noch nichts. Oder vielmehr: Es gab potenziell alles, aber noch nicht in der heutigen Form. Heute ist das Universum voll mit komplizierten Dingen aus Materie. Es gibt große heiße Kugeln aus Gas, die von kleineren kühlen Kugeln umkreist werden, auf denen sich wiederum (zumindest in einem Fall) noch kleinere Wesen breitgemacht haben, die zumindest in Ausnahmefällen kugelsymmetrisch sind. Die Materie und die vielen verschiedenen Arten der Atome, aus denen all das besteht, existierten zu Beginn des Universums allerdings noch nicht.

Über den Moment des Urknalls selbst können wir noch keine verbindlichen Aussagen treffen – von der Zeit unmittelbar danach haben wir aber recht genaue Vorstellungen. Am Anfang war es enorm heiß, und alles, was es gab, waren Energie und Elementarteilchen. Diese mussten sich erst zu den Atomen, wie wir sie heute kennen, zusammensetzen, und das war gar nicht so einfach. Ein Atom besteht aus einer Hülle und einem Atomkern, der aus elektrisch positiv geladenen Protonen und ungeladenen Neutronen aufgebaut ist. Diese wiederum bestehen aus Quarks, bei denen es sich unserem ak-

tuellen Kenntnisstand zufolge tatsächlich um Elementarteilchen handelt, also um subatomare Teilchen, die selbst nicht in andere Teilchen zerfallen.

Die Zahl der Protonen im Atomkern bestimmt, um welches chemische Element es sich handelt. Ein Proton ergibt den Kern eines Wasserstoffatoms, zwei braucht man für Helium, drei für Lithium und so weiter. Die Zahl der Neutronen in einem Atomkern kann dagegen variieren und verändert die grundlegenden chemischen Eigenschaften eines Elements nicht. Für ein vollständiges Atom braucht es um den Kern herum außerdem noch eine Hülle, die aus den elementaren und elektrisch negativ geladenen Elektronen besteht.

Damit Atome dieser Art stabil existieren können, sind gewisse äußere Bedingungen notwendig, die sich in unserem Universum erst im Lauf der Zeit eingestellt haben. Im sehr jungen Universum war es noch viel zu heiß, sodass Quarks und Elektronen sich aufgrund der enormen Temperaturen viel zu schnell bewegten, als dass aus ihnen stabile Atome hätte entstehen können. Zum Glück kühlte der Kosmos jedoch rasant ab. Schon nach einer Hundertstelsekunde herrschten im neugeborenen Universum nur noch frische 10 Milliarden Grad Celsius, und das reichte den Quarks, um sich zu Protonen und Neutronen zu verbinden. Ein wenig später konnten diese dann auch die ersten Atomkerne und damit die ersten chemischen Elemente bilden.

Wasserstoff ist ganz einfach; dafür muss gar nichts weiter passieren, denn ein Proton bildet bereits einen fertigen Wasserstoffatomkern. Für Heliumkerne müssen sich jedoch zwei Protonen und dazu noch zwei Neutronen im Teilchengewirr des jungen Universums finden und zusamm tun. Das Problem dabei: Ein allein durchs Universum fliegendes Neutron

ist – im Gegensatz zu einem Proton – nicht stabil. Es zerfällt innerhalb weniger Minuten aufgrund radioaktiver Kräfte. Nach dem Urknall hatten Protonen und Neutronen also auch nur wenige Minuten Zeit, einander zu finden und sich zu Atomkernen zu verbinden.

In dieser kurzen Zeit konnten sich keine komplexen Kerne bilden. Es gab im frühen Universum daher entsprechend viele Atomkerne des Wasserstoffs (75 %) und etwas weniger des Heliums (25 %), dazu noch hier und da vereinzelt Lithium- und Beryllium-Atomkerne in verschwindend geringen Mengen.

Dieses Mengenverhältnis der chemischen Elemente sagen zumindest die kosmologischen Theorien voraus, mit denen zurzeit der Urknall beschrieben wird. Ob sie korrekt sind, kann nur durch Beobachtung überprüft werden – zum Beispiel an sehr alten Sternen. Die allerersten Sterne des Universums konnten logischerweise nur aus den Elementen bestehen, die damals vorhanden waren: aus Wasserstoff und Helium, und zwar im vorhergesagten Verhältnis. All die anderen chemischen Elemente sind erst später durch Kernfusion im Inneren von Sternen entstanden. Je älter ein Stern ist, desto genauer muss seine Zusammensetzung also dem errechneten Massenverhältnis nach dem Urknall entsprechen.

Und genau das ist es auch, was wir beobachten. 2MASS J18082002-5104378 B ist einer der ältesten Sterne, die wir kennen – vielleicht sogar der älteste. Er entstand nur ein paar Hundert Millionen Jahre nach dem Urknall. Und besteht tatsächlich fast ausschließlich aus Wasserstoff und Helium in genau dem Verhältnis, das zu erwarten war.

Es scheint kaum vorstellbar, dass wir wirklich konkrete Aussagen über den unvorstellbar weit zurückliegenden An-

fang des Universums treffen können. Aber dank Sternen wie diesem sind solche Aussagen keine Science-Fiction. Wir können unsere Theorie überprüfen und einen kurzen Blick auf den Moment werfen, in dem unser Kosmos seinen Anfang genommen hat.

3

34 Tauri

*Der Planet,
der mal ein Stern war*

14

34 Tauri

Den Stern 34 Tauri gibt es nicht. Mit seiner Beobachtung hätte der britische Astronom John Flamsteed aber trotzdem weltberühmt werden können. Wenn er denn erkannt hätte, was er da wirklich am Himmel sah.

Zu Beginn des 18. Jahrhunderts arbeitete der königliche Astronom an der Sternwarte von Greenwich an der Erstellung einer großen Himmelskarte. Dazu musste er den Himmel systematisch absuchen und alle Sterne mit ihren Positionen in einen Katalog eintragen. Eigentlich die ideale Ausgangsposition für neue Entdeckungen.

Einer der Sterne, die er in seinen Katalog aufnahm, bekam den Namen »34 Tauri«. Nur dass es sich nicht um einen Stern handelte – sondern um den Planeten Uranus, von dessen Existenz damals noch niemand wusste. Uranus zieht seine Runden um die Sonne weit außerhalb der Bahn des Saturn. Er ist mit bloßem Auge so gut wie nicht zu sehen und auch im Teleskop kaum von einem Stern zu unterscheiden. Aber im Laufe meh-

rerer Tage verändert er im Gegensatz zu den echten Sternen seine Position merkbar.

Es ist noch verständlich, dass Flamsteed die wahre Natur des Lichtpunkts bei seinen ersten Forschungen entgangen ist. Zwischen den Beobachtungen lagen mehrere Jahre; dass ihm dabei nicht aufgefallen ist, dass es sich immer um dasselbe Objekt handelt, das seine Position am Himmel veränderte, ist zumindest nachvollziehbar. Sein Teleskop war zudem nicht gut genug, um ihm den Planeten als kleine Scheibe zu zeigen. Er sah nur einen Punkt, der genauso aussah wie all die anderen Punkte am Himmel.

Als er aber im März 1715 den Uranus innerhalb einer Woche gleich dreimal im Sichtfeld seines Teleskops hatte, hätte er eigentlich merken müssen, dass sich hier etwas bewegte vor dem Hintergrund der Sterne. Hat er aber nicht – und weil er bei der Auswertung seiner Daten nicht sorgfältig genug arbeitete, entging ihm somit der Ruhm, als erster Mensch einen neuen Planeten gefunden zu haben. Dieses tragische Schicksal teilt er mit einigen anderen Beinahe-Entdeckern des Uranus, wie etwa dem deutschen Astronomen Tobias Mayer, der den Planeten ebenfalls registrierte, aber nicht erkannte, womit er es zu tun hatte.

Das gelang erst 66 Jahre später dem britischen Astronomen Wilhelm Herschel. Als der am 13. März 1781 von seinem Garten aus die Gegend um das Sternbild Stier herum beobachtete, bemerkte er einen Lichtpunkt, der da eigentlich nicht hingehörte. Herschel baute seine Teleskope selbst, und er baute sie besser als alle anderen. Damit konnte er erkennen, dass er es nicht mit einem Stern zu tun hatte. Zuerst hielt er das Objekt noch für einen Kometen; Berechnungen seiner Kollegen zeigten aber schon bald, dass es sich um einen Planeten handeln