

Ulrich Janßen

Klaus Werner

Hat der Weltraum eine Tür?

**Die Kinder-Uni erklärt die
Geheimnisse des Universums**

Mit Illustrationen von
Klaus Ensikat



Deutsche Verlags-Anstalt
München

Ulrich Janßen,

geboren 1959, ist Redakteur beim Schwäbischen Tagblatt in Tübingen. Gemeinsam mit Ulla Steuernagel gründete er im Jahr 2002 die erste deutsche Kinder-Uni. Ihre drei vielfach ausgezeichneten Kinder-Uni-Bücher wurden Bestseller und in 15 Sprachen übersetzt.

Prof. Dr. Klaus Werner,

geboren 1957, ist Direktor des Instituts für Astronomie und Astrophysik der Universität Tübingen. Er erforscht unter anderem, wie sich Sterne im Lauf der Zeit ändern und wie sie schließlich vergehen. Im Jahr 2003 erhielt er den Lehrpreis der Tübinger Kinder-Uni.



Klaus Ensikat,

geboren 1937, gilt als »ungekrönter König der Buchillustratoren«. Von 1995 bis 2002 unterrichtete er an der Fachhochschule für Gestaltung in Hamburg.

Inhalt

8 Einleitung

11 Warum ist der Weltraum so unvorstellbar groß?

Im ersten Kapitel wird erklärt, warum das Universum so gigantisch groß ist und trotzdem nicht größer als unsere Fragen. Wir erfahren, warum wir mit einem Teleskop in die Vergangenheit gucken können und was der Weltraum noch so alles vorhat.

33 Aufbruch ins Universum

Im zweiten Kapitel brechen wir auf zu fernen Galaxien. Wir lernen Raketen und Raumschiffe kennen und stellen uns vor, was auf einer langen Reise durch das Universum alles geschehen könnte. Und wir erfahren, wie man sich im Weltraum die Zähne putzt.

61 Warum fällt der Weltraum nicht auseinander?

Dieses Kapitel ist nichts für Schwächlinge: Denn jetzt wird die Kraft vorgestellt, die das ganze Universum zusammenhält. Eine Kraft, die verhindert, dass uns die Sterne auf den Kopf fallen und die dafür sorgt, dass die Schultage immer weniger werden.

77 Warum leuchtet das Universum?

Im vierten Kapitel geht es um die Frage, womit der Weltraum eigentlich gefüllt ist und ob man vielleicht noch eine Kleinigkeit reintun könnte. Wir erfahren den neuesten Tratsch über alte Bekannte am Himmel, üben das Zählen von Galaxien und knipsen die ganz großen Lichter an und aus.



115 Die unsichtbare Welt

Im fünften Kapitel wird es ziemlich unheimlich. Wir sind dabei, wenn Sterne explodieren. Wir suchen nach Wimps und fallen in schwarze Löcher. Und wir lernen die seltsamsten Erscheinungen kennen, die unsere Physik zu bieten hat: Dunkle Materie und Dunkle Energie.

139 Die Geheimnisse von Zeit und Raum

Im sechsten Kapitel machen wir ein paar sportliche Übungen. Wir krümmen den Raum und dehnen die Zeit. Außerdem besuchen wir einen Störenfried namens Einstein.

165 Wie ist die Welt entstanden?

Im siebten Kapitel setzen wir uns sehr kritisch mit dem Urknall auseinander. Folgende drei Fragen wollen wir beantwortet haben: Wo hat es geknallt? Wie laut hat es geknallt? Und wer hat das Ganze eigentlich veranstaltet? Außerdem suchen wir die Tür, durch die man aus dem Weltraum herauskommt.

189 Huhu, ist da sonst noch wer?

Im letzten Kapitel geht es um die Bewohner des Weltraums. Wie viele gibt es? Wo stecken sie? Und warum haben wir sie noch nicht gefunden? Natürlich wollen wir auch wissen, ob Außerirdische grün und schleimig sind und was sie von MTV halten.

213 Schwierige Wörter

Einleitung

Die Anregung für dieses Buch verdanken wir einem elfjährigen Mädchen. Es saß bei einer Kinder-Uni-Vorlesung in der vorletzten Reihe und verfolgte aufmerksam, was der Professor über die Schwerkraft und die Sterne zu sagen hatte. Am Ende der Vorlesung fragte das Mädchen: »Was kommt, wenn der Weltraum zu Ende ist?«

Die Frage ist so einfach und selbstverständlich wie eine Frage nur sein kann. Wohl jeder hat sie sich schon gestellt. Aber wie kann man sie so beantworten, dass auch ein elfjähriges Mädchen es versteht? Damals mussten wir das Mädchen enttäuschen. Das ist für Kinder zu schwer, dachten wir.

Doch die Frage ließ uns nicht los. Wir überlegten, ob es nicht doch möglich wäre, die Geheimnisse des Weltraums so zu erklären, dass Kinder etwas damit anfangen können. Wir hatten das Gefühl, dies dem kleinen Mädchen in der vorletzten Reihe schuldig zu sein. So beschlossen wir, dieses Buch zu schreiben.

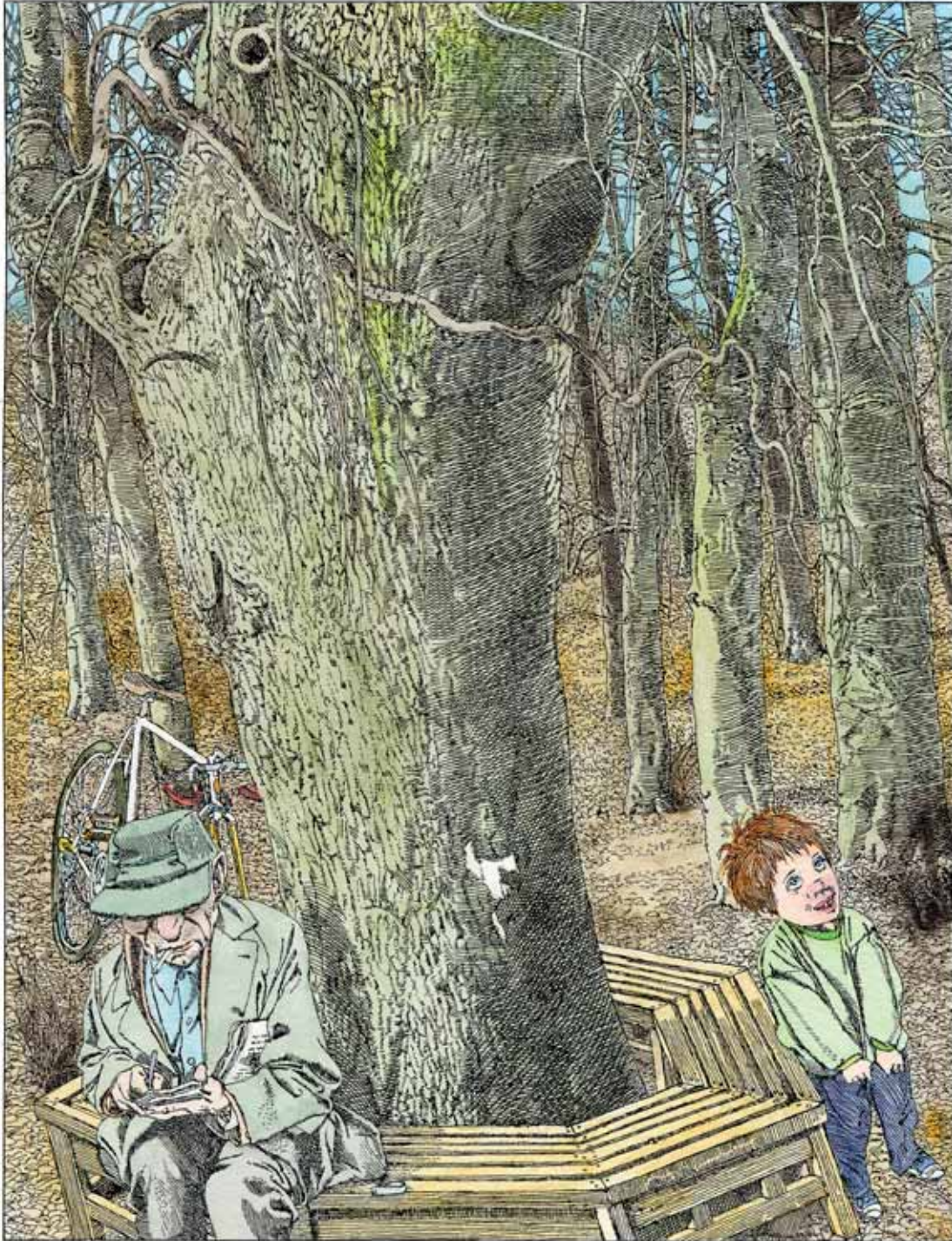


Die Menschen haben über das Universum nachgedacht, seitdem es sie gibt. Die Antworten wechselten, die Fragen blieben die gleichen. Auch wir können in diesem Buch, trotz der enormen Fortschritte der Astronomie, die großen Fragen der Menschheit nicht ein für alle Mal beantworten. Das war auch gar nicht unser Ziel. Uns war es wichtig, Kindern (und interessierten Erwachsenen) Stoff zu geben, Stoff zum Weiterdenken, Stoff für die Fantasie, den Forschergeist. Der Weltraum ist der Ursprung aller wissenschaftlichen Neugier. Er sprengt alle unsere Vorstellungen und bringt unseren Verstand an seine Grenzen. Das wird auch so bleiben.

Der Weltraum ist aber auch die abenteuerlichste Gegend, die es gibt. Nirgendwo kann man sich so herrlich verlaufen, nirgendwo so viele seltsame und lustige Dinge entdecken. Und das Beste daran ist: Der Weltraum hat immer geöffnet. Jeden Tag. Und jede Nacht. Höchste Zeit also für einen Besuch. Treten wir ein!



Ulrich Janßen
Klaus Werner



Warum ist der Weltraum so unvorstellbar groß?



Als Kind ist man im Nu im Weltraum. Man muss nur in seiner Fantasie ein Raumschiff besteigen, den Warp-Antrieb anwerfen, und los geht's quer durch die Galaxien und Sonnensysteme. Unterwegs warten zwar ein paar feindliche Raumflotten, Magnetstürme und

Asteroidenfelder, aber die sind kein Problem, wenn der hyperschnelle Raumkreuzer mit Phaserwaffen und effektiven Schutzschirmen ausgestattet ist. Doch was wäre, wenn unterwegs gar nichts wartet, wenn der Weltraum einfach nur leer ist? Unvorstellbar groß und leer?

Mit Groß und Klein kennen sich Kinder normalerweise bestens aus. Wie oft bekommen sie zu hören: »Du bist zu klein!« Zu klein für die späten Filme im Fernsehen. Zu klein für die Disco. Zu klein für ein großes Taschengeld. Ziemlich häufig merken Kinder sogar am eigenen Leib, dass sie zu klein sind. Zum Beispiel, wenn sie auf einen superinteressant aussehenden Baum klettern wollen und an die unteren Äste einfach nicht herankommen. Der Baum sagt ihnen: Deine Welt ist zu klein. Schuhgröße 33, Körperlänge: 1,30 Meter. Solche Werte lassen sich nicht einfach verändern, auch wenn die Welt der Großen noch so verlockend ist.

Mit dem Weltraum haben Kinder komischerweise keine Probleme, obwohl er das absolut Größte ist,



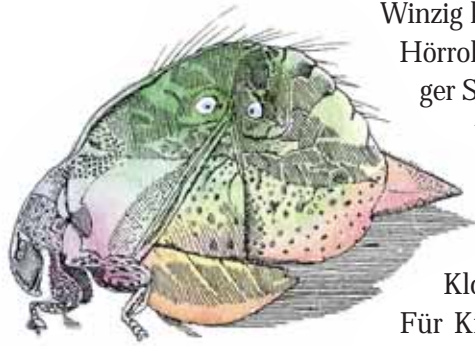
was es gibt. Wenn die Rebellen in Star Wars mit einem Incom T-65 Raumüberlegenheitsjäger von einer Galaxie zur anderen fliegen, verstehen Kinder sofort, wie das geht. Selbst Neunjährige können den gesamten Weltraum durchfliegen und auf den entferntesten Planeten landen, wenn sie es in ihrer Fantasie tun. Wegen der vielen Filme und Bücher, die in der Zukunft spielen (Sciencefiction wird das genannt) ist es für Kinder ganz selbstverständlich geworden, im Weltraum herumzureisen. Meistens kennen sie sich viel besser aus als die Erwachsenen, wissen genau Bescheid über Raumschiffe, Galaxien, Sonnen und Planeten und über die Gefahren beim Durchfliegen von Asteroidengürteln.

Ein »Wow« aus dem Weltraum

Sind also Kinder die perfekten Weltraumversther? Haben sie all das begriffen, was den Erwachsenen so viel Kopfzerbrechen bereitet? Dass sich der Raum »krümmen« kann? Dass sich die Zeit »dehnt«? Und dass der Weltraum so unfassbar groß ist und nirgendwo endet?

Die Antwort ist: Jein. In einer so fantastischen Gegend wie dem Weltraum kommt man ohne Fantasie nicht besonders weit. Weil Kinder viel Fantasie haben, haben sie vor dem Weltraum nicht besonders viel Respekt. In mächtigen Raumschiffen reisen sie wie Seefahrer durch die Galaxien, immer auf der Suche nach Abenteuern, und entdecken dabei die verrücktesten Dinge. Sie lassen Handels- und Kriegsflotten kreuzen, schicken tapfere Raumschiff-Kommandanten auf die Jagd nach gefährlichen Piraten und kapern feindliche Raumschiffe. Unter-



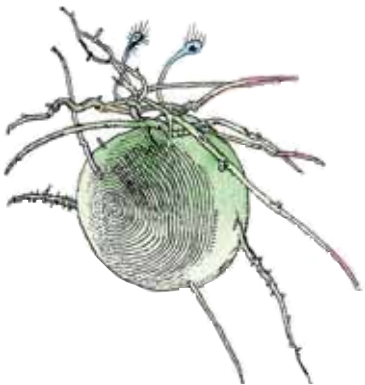


wegs treffen sie auf die absonderlichsten Gestalten. Winzig kleine grüne Männchen mit knubbeligen Hörrohren. Schleimige Monster, denen klebriger Saft aus komischen Öffnungen läuft. Oder wuschelige hundeähnliche Bewohner des Planeten Melmac, die am liebsten Katzen essen und zehn Stunden Fernsehen gucken können ohne aufs Klo zu müssen.

Für Kinder (aber auch für viele Erwachsene) ist der Weltraum ein prima Spielplatz. Hier gibt es keine asphaltierten Schulhöfe und muffelnden Turnhallen, keine frisch geharkten Blumenbeete und zerbrechlichen Vasen. Ganze Todessterne können im Wohnzimmer explodieren, ohne Schaden anzurichten.

Allerdings weckt der Weltraum nicht nur Abenteuerlust. Wer nachts in den Himmel schaut, kommt auf seltsame Gedanken. Der langweilige Alltag mit Klassenarbeiten, Taschengeldkürzungen oder Fernsehverboten verschwindet auf geheimnisvolle Weise und ein eigenartiges Gefühl stellt sich ein. Man könnte es das große Staunen nennen. Oder das Wow-Gefühl. Oder vielleicht auch einfach Fernweh. Jedenfalls führt es dazu, dass sich Kinder ganz neue Fragen stellen: Was ist das da draußen eigentlich? Woher kommt das alles? Und vor allen Dingen: Gibt es irgendwo, auf irgendeinem Planeten möglicherweise Wesen, die genau jetzt in dieser Sekunde in einen Sternenhimmel schauen und »Wow« sagen (in ihrer Sprache, versteht sich)?

Plötzlich wird der Weltraum auch für Kinder ein rätselhafter Ort. Ein Ort, der nicht so leicht zu verstehen ist. Ein Ort voller großer Geheimnisse und großer Fragen. Ein Ort, der selbst mit einem Incom



T-65 Raumüberlegenheitsjäger nicht so einfach in den Griff zu bekommen ist.

Der Weltraum ist so etwas wie ein Gedankenvergrößerer. Wer sich hauptsächlich für kleine unwichtige Details interessiert wie etwa gute Noten in Erdkunde-Klassenarbeiten oder Klingeltöne fürs Handy, sollte sich besser nicht mit dem Weltraum beschäftigen. Wer über den Weltraum nachdenkt, braucht Platz im Kopf. Viel Platz.

Im Sportwagen zur Sonne?

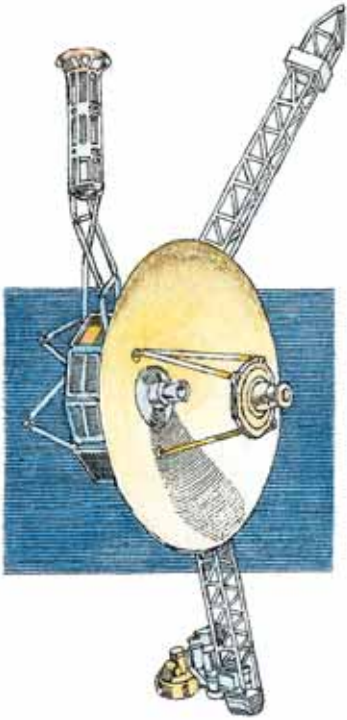
Denn der Weltraum ist groß. Er ist nicht einfach groß, so wie ein Fußballstadion groß ist oder eine Kathedrale. Der Weltraum ist auf eine ganz andere Weise groß. Er ist größer als alles, was wir kennen, inklusive des Meeres. Das Wenige, was wir bisher über das Universum erfahren haben, ist so unglaublich, dass es unser Vorstellungsvermögen sprengt. Tote Sonnen, die so gigantisch schwer sind, dass sie den Raum um sich herum krümmen. Explosionen, bei denen ganze Sonnensysteme zertrümmert werden. Und Materie, die in unserer Physik gar nicht vorkommt, die man weder sehen noch anfassen kann. Alles das haben Wissenschaftler im Weltraum gefunden, oder sie haben ausgerechnet, dass es so etwas geben muss. Die größte Sensation aber, die der Weltraum zu bieten hat, ist der Raum selbst und seine Größe. Der Weltraum ist absolut unfassbar megahypergroß.

Schon unser eigenes Sonnensystem ist viel größer, als wir es uns träumen lassen, wenn wir es mit den Entfernungen auf der Erde vergleichen. Die größte Entfernung, die unsere Erde zu bieten hat, ist in



DER WELTRAUM ALS OZEAN

Im Universum der Filmregisseure wimmelt es nur so von Raumschiffkapitänen, Handelskreuzern und Sternensflotten – als wäre der Weltraum ein vergrößerter Ozean. Tatsächlich wirken das Meer und der Weltraum auf uns ganz ähnlich in ihrer Unendlichkeit, Größe und Leere. Und es ist sicher kein Zufall, dass sich viele Sciencefiction-Schriftsteller und Regisseure vom Meer inspirieren ließen. Jules Verne, einer der frühesten Sciencefiction-Autoren, wurde sogar in einer Hafenstadt geboren, im französischen Lille.



unserem Sonnensystem nur so viel wie ein besseres Zehenwackeln. Eine kleine unbedeutende Strecke. Schon der Abstand der Erde zum Mond, unserem engsten Begleiter im All, beträgt 400 000 Kilometer. Dafür könnte man fünfundzwanzigmal nach Sydney fliegen. Bis zur Sonne, dem Mittelpunkt unseres Sternensystems, sind es 150 Millionen Kilometer. Wollten wir diese Strecke mit einem BMW zurücklegen, wären wir 85 Jahre unterwegs. Und bis zu den fernsten Planeten unseres Sonnensystems bräuchten wir im BMW sagenhafte 3500 Jahre und dürften dabei nicht eine einzige Pause einlegen. Selbst mit den besten Gameboys der Welt im Gepäck könnte diese Fahrt etwas langweilig werden.

Immerhin kann man unser Sonnensystem mit Sonden gerade noch durchqueren. So erreichte die 1977 gestartete amerikanische Sonde Voyager 1 als erste, von Menschen gebaute Maschine im Jahr 2005 die Grenzregionen. Für Sonntagsausflüge allerdings ist das Sonnensystem ungeeignet. Alle Kinder sollten ihre Eltern dringend vor Ausflügen zum Mars oder Saturn warnen: Das Raumschiff kommt auf keinen Fall pünktlich zum Abendessen zurück.

Trotzdem ist dieser riesige Raum mit all seinen Planeten, Monden und Kometen nur ein kleiner, ein winzig kleiner Punkt in einem gigantischen anderen Himmelsgebilde, der Sternensammlung der Milchstraße. Verglichen mit diesem kosmischen Gebilde ist unsere Erde nicht annähernd so groß, wie ein Popel in der Nase einer Bakterie wäre, die am Po eines Elefanten sitzt, der durch Afrika trabt. Unsere Sonne, der Stern, der uns den ganzen Tag über zuverlässig mit Licht und Wärme versorgt, ist nur einer von endlos vielen anderen Sternen in dieser Sternensammlung.

SONNEN UND STERNE

Unter den vielen Sternen am Himmel können wir einen einzigen auch am Tag sehen: Das ist der Stern, den wir aus alter Gewohnheit »Sonne« nennen. Die Sonne ist der Mittelpunkt in unserem Sonnensystem, das Zentrum, um das die Planeten herumkreisen. Auch wenn der Name »Sonne« eigentlich für unseren Stern reserviert ist, werden oft auch die anderen Sterne als Sonnen bezeichnet. Oder es wird unsere Sonne ein Stern genannt.

Kann es sein, dass unser Kopf geschrumpft ist? Die Milchstraße lässt sich jedenfalls nicht mehr so einfach darin unterbringen. Wir bekommen es allmählich mit dem echten Weltraum zu tun und müssen uns von dem aufregenden Seefahrer-Universum mit Raumschiffen und Sternensflotten fürs Erste verabschieden. Auf ins echte Universum, heißt jetzt die Devise!

Wenn der Rasen wackelt

Stellen wir uns vor, wir liegen in einer sternklaren Nacht auf dem Rasen und schauen in den Himmel. Wir sehen Lichtpunkte, helle und weniger helle, wir sehen dunkle Gegenden und Gegenden, in denen es vor Sternen nur so wimmelt. Wir sehen vielleicht sogar ein paar Sternbilder. Der große Bär, der Stier, die Zwillinge und der Löwe sind Bilder, die man auf der Nordhalbkugel gut sehen kann.

Wir liegen auf unserem Rasen und fühlen uns sicher, weil die Erde, die wir im Rücken spüren, so wunderbar solide wirkt, so verlässlich und massiv, so groß und unerschütterlich. Wenn wir da so liegen, mit der Erde im Rücken, fällt es uns nicht schwer, die Menschen des Mittelalters zu verstehen. Sie

STERNBILDER

sind Figuren, die sich die Menschen ausgedacht haben, um die Sterne am Himmel auseinanderhalten zu können. Die Sterne selbst haben keine Ahnung, dass sie zu einem Sternbild gehören. Sie sind mit den Sternen ihres Sternbilds nicht mehr verbunden als mit anderen Sternen der Galaxie.



DIE MITTE DES UNIVERSUMS

Im Mittelalter glaubten die Menschen, dass Rom die Mitte des Universums bildet. Heute ist die Lage viel komplizierter. Die Astronomen glauben nämlich, dass der Weltraum, genau wie die Oberfläche einer Kugel, gar keinen Mittelpunkt hat. Die Mitte ist überall. Im Prinzip könnte man deshalb auch heute behaupten, Rom sei der Mittelpunkt des Universums. Und niemand könnte widersprechen. Allerdings könnte man mit dem gleichen Recht sagen: Mekka ist der Mittelpunkt des Universums. Oder Paris. Oder Delmenhorst. Oder der Mars.

dachten, dass sich der Himmel über der Erde wölbt wie ein rundes Zelt und dass die Erdscheibe der feste Grund ist, auf dem sich das ganze Himmelsgewölbe erhebt. Der Grund, unter dem nichts mehr kommt, außer vielleicht der Hölle. Genau in der Mitte der Erdscheibe befand sich, jedenfalls für die damaligen Christen, eine Stadt: Rom. Hier herrschte der Papst, der Stellvertreter Gottes, hier musste also auch die Mitte des Universums sein.

Heute glaubt nicht einmal der Papst, dass die Stadt Rom den Mittelpunkt des Universums bildet und vom gesamten Weltraum umkreist wird. Doch wo befindet sich der Mittelpunkt jetzt? Können wir ihn von der Erde aus sehen? Vielleicht sogar von dem kleinen Rasen, auf dem wir liegen? Könnte es sein, dass er sich irgendwo am Himmel befindet, vielleicht fünf Zentimeter neben dem Polarstern da hinten, tief im Dunkel? Oder gibt es den Mittelpunkt möglicherweise gar nicht?

Die Wahrheit über die Milchstraße

Heute sind es die Naturwissenschaftler, die unser Bild vom Weltraum prägen. Sie haben mit modernen Teleskopen und mathematischen Methoden so viel herausgefunden, dass wir in unserem Kopf ständig Platz schaffen müssen, damit alle Erkenntnisse auch reinpassen. Unser Bild vom Weltraum ist längst nicht mehr so übersichtlich wie im Mittelalter, und vor allen Dingen ändert es sich auch noch ständig. Trotzdem gibt es auch heute noch ein paar Erkenntnisse, an die wir uns halten können. Sie helfen uns dabei, den großen Weltraum im kleinen Kopf unterzubringen.

Sicher wissen wir zum Beispiel, dass der kleine Rasen, über dem die Sterne so freundlich funkeln, nicht so unerschütterlich ist, wie er aussieht. Zwar wirkt das grüne Plätzchen auf den ersten Blick ganz solide, doch das täuscht. Der Rasen ist bloß ein winziges Stück Oberfläche auf einer Kugel, von der wir nur dank der Schwerkraft nicht herunterfallen. Könnten wir uns von ferne, aus dem Weltraum, sehen, wären wir ein winziger Punkt auf einem großen Ball von gerade mal 40 000 Kilometern Umfang. Wie ein altes Raumschiff bewegt sich dieser Ball, unsere Erde, durch ein Sonnensystem am Rande einer Galaxie namens Milchstraße.

Für Beobachter im Weltraum schrumpft die Erde schnell zusammen. Auf dem Mond sieht sie nur noch so groß aus wie ein Heißluftballon. Und für alle Mars-Besucher wäre sie nicht mehr als ein Punkt unter vielen im All. Wir wissen heute, dass die Erde zu einer Galaxie gehört, der Milchstraße. 200 Milliarden Sterne zählt diese Galaxie, von denen unser Nachthimmel, wenn man ihn ohne Teleskop betrachtet, nur einen kleinen Teil zeigt, insgesamt nicht mehr als 6000 Sterne. Unser Sonnensystem treibt in einem Arm dieser Galaxie gemächlich durch den Weltraum. Fast 250 Millionen Jahre dauert es, bis sich die Milchstraße einmal um sich selbst gedreht hat und die Erde wieder am gleichen Platz in der Galaxie angekommen ist.

Milchstraße, das klingt gemütlich, nach Schokoriegel und Müsli. Ganz so gemütlich ist die Milchstraße aber nicht. Es ist eine weitläufige Ansammlung von heißen, glühenden Materiekumpen, von Sternen. Wir haben schon gelesen, dass sich eine ganze Menge Sonnen zur Milchstraße vereinigt

**ALPHA CENTAURI**

Der Stern, der uns am nächsten ist, heißt »Proxima Centauri« und gehört eigentlich zu einem Trio: Alpha Centauri ist ein System von drei Sonnen, die sich gegenseitig umkreisen.

WARUM IST DIE MILCHSTRASSE MILCHIG?

In dunklen, wolkenlosen Nächten zieht sich die Milchstraße wie ein Schleier über unseren Himmel, in dem nur einzelne Sterne funkeln. Das liegt daran, dass unsere Augen das Licht von zweihundert Milliarden einzelnen Sternen nicht unterscheiden können – ganz ähnlich wie beim Fernsehgucken. Statt zwei Millionen einzelner Punkte (oder Pixel) erkennt das menschliche Auge auch im Fernsehen nur zusammenhängende Flächen. Einzelne Punkte sehen wir erst, wenn wir sehr nahe an den Bildschirm herangehen.

DAS SCHWERSTE LOCH DER GALAXIE

Vermutet haben sie es schon lange, doch sicher sind die Astronomen erst seit ein paar Jahren: In der Mitte der Milchstraße befindet sich ein gigantisches rotierendes Schwarzes Loch. Es hat die Masse von 2,6 Millionen Sonnen. Nach neueren Forschungen könnte es im Milchstraßenzentrum sogar noch ein weiteres kleineres Loch geben.

haben, nämlich 200 Milliarden. Trotzdem heißt das nicht, dass die Milchstraße mit lauter Sternen vollgestopft wäre. Ganz im Gegenteil. Könnte man durch die Galaxie geradeaus hindurchfliegen, würde man staunen, wie leer sie ist. Man fliegt und fliegt und nichts kommt, kein Stern, kein Planet, kein Komet kreuzt den Weg. Die unzähligen Sterne der Milchstraße bleiben für einen Raumschiffpiloten winzig kleine Lichtpunkte in weiter Ferne.

In dieser Milchstraße ist unsere Sonne nur einer von unzähligen anderen Sternen. Ein stinknormaler, nicht besonders großer Stern mit ein paar Planeten im Gepäck. Nicht gerade ein Grund, stolz zu sein. Vor allem, wenn wir überlegen, dass wir mit dieser stinknormalen Sonne auch noch am Rand der Milchstraße unsere Kreise drehen. Also in einer Art Vorort wohnen.

Immerhin hat die Wohnlage einen Vorteil: Von unserem galaktischen Vorort aus können wir die dazugehörige Stadt sehen. Sie umgibt uns mit all ihren Sternen wie ein Rettungsring. In klaren Nächten sehen wir diesen Ring, die Milchstraße, wie ein Band, das sich quer über unseren Himmel zieht.

Wie es in der Mitte der Milchstraße aussieht, weiß niemand so genau. Das Zentrum ist von dichten Gaswolken verhüllt, die auch von den besten Teleskopen der Welt nicht durchdrungen werden können. Allerdings haben die Astronomen Infrarot-, Radio- und Röntgensignale aus dem Herzen unserer Galaxie empfangen, und sie sind deshalb sicher, dass sich dort ein riesiges gefräßiges Monster befindet, eines jener sagenhaften Schwarzen Löcher, die um sich selbst rotieren und wie ein gigantischer Strudel alle Materie in ihrer Umgebung ansaugen, um sie nie wieder herauszurücken. Wer mit einem

Raumschiff einem Schwarzen Loch zu nahe kommt, ist für alle Zeiten verloren. Nicht einmal ein Funksignal könnte er noch schicken. Es würde von dem Monster geschluckt.

Die Wissenschaftler glauben, dass solche gigantisch schweren Materieklumpen in den meisten Galaxien stecken. Zum Glück ist das Milchstraßenmonster für uns nicht sehr gefährlich. Es ist so weit weg, dass es die Erde mit seiner Schwerkraft nicht aus der Bahn bringen kann. Ab und zu allerdings registrieren die Astronomen mit ihren Röntgenteleskopen einen plötzlichen Energieblitz in der Nähe des Schwarzen Lochs. Das ist ein Zeichen dafür, dass sich das Monster mal wieder einen kleinen verirrt Stern genehmigt hat.

100 000 Lichtjahre ist die Milchstraße groß. Für uns ist das eine Entfernung, die wir beim besten Willen nicht begreifen können, denn wir kennen nur Meter und Kilometer. Weltraumforscher können mit unseren Maßeinheiten nichts anfangen. Sie müssen in anderen Dimensionen denken und sich von »Metern« oder »Kilometern« verabschieden. Entfernungen im Weltraum werden nicht in Kilometern angegeben. Würde man das tun, bestünden Weltraumbücher hauptsächlich aus Nullen. Endlosen, langweiligen Ketten von Nullen. Die Astronomen haben sich deshalb ein paar andere Längemaße zugelegt. Das Lichtjahr ist eines davon.



PARSEC UND MEGAPARSEC

Ihre wichtigste Maßeinheit, das Parsec, errechnen die Astronomen auf ziemlich komplizierte Weise. Sie nehmen den Abstand der Erde von der Sonne als Basis und denken sich darüber ein sehr spitzes Dreieck (mit einem oberen Winkel von $1/3600$ Grad). Das Parsec gibt dann die Entfernung von der Spitze des Dreiecks bis zur Mitte der Basis an. Ein Megaparsec, also eine Million Parsec, entspricht ziemlich genau der durchschnittlichen Entfernung der Galaxien voneinander.

Das Lichtjahr gibt den Weg an, den das Licht in einem Jahr zurücklegt: 9 500 000 000 000 Kilometer sind das, in Worten: 9,5 Billionen Kilometer. Die wichtigste Längeneinheit in der Astronomie aber ist nicht das Lichtjahr, sondern das Parsec. Ein Parsec ist der Weg, den das Licht in 3,3 Jahren zurücklegt. Eine ordentliche Strecke, aber für den Weltraum immer noch nicht lang genug. Deshalb haben die Astronomen zusätzlich zu ihrem Parsec noch das Kiloparsec eingeführt und dazu das Megaparsec. Ein Megaparsec sind eine Million Parsec oder 3,3 Millionen Lichtjahre. Oder 30,8 Zettameter. Oder 30 800 000 000 000 000 000 Kilometer. Das Megaparsec ist bei den Astronomen mega angesagt. Nur mit dieser unvorstellbar großen Einheit lässt sich der Weltraum erfassen.

Die kleinen Wolken des Al-Sufi

Dass der Weltraum sehr viel größer ist als die Milchstraße, wissen die Wissenschaftler erst seit ein paar hundert Jahren. Den Hauptgrund dafür kennen wir schon. Alle Himmelskörper, die mit bloßem Auge erkennbar sind, gehören zu unserer eigenen Galaxie. Ohne Fernrohr können wir aus unserer Milchstraße nicht hinausschauen, vom Rest des Weltraums sehen wir nichts. Das heißt: fast nichts. Es gibt nämlich drei Ausnahmen, die alle im 10. Jahrhundert nach Christus von dem persischen Astronomen Al-Sufi entdeckt wurden. Die erste Ausnahme ist ein verschwommener Punkt im Sternbild Andromeda, eine Art kleine Wolke. Und die anderen beiden Ausnahmen sind ebenfalls verschwommene Punkte, die man allerdings nur auf der Südhalbkugel sehen

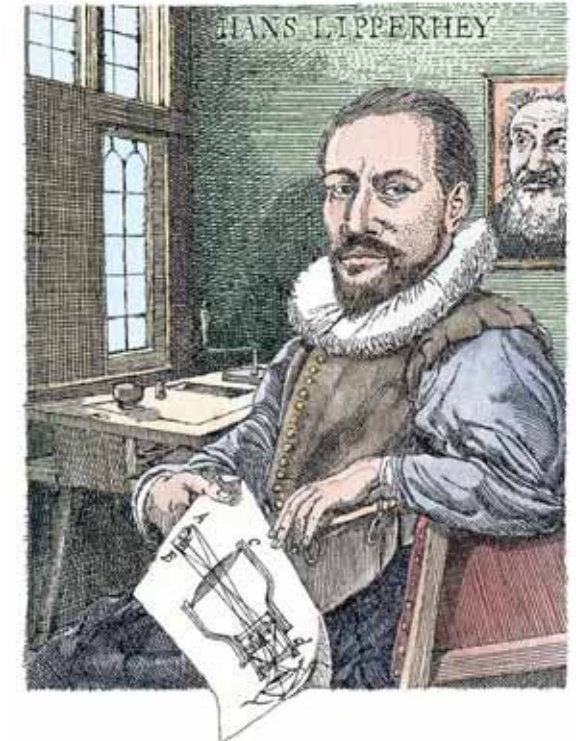
GROSSE ZWERGE

Die Große und die Kleine Magellansche Wolke wurden nach dem portugiesischen Seefahrer Fernando Magellan benannt, obwohl eigentlich der persische Astronom Al-Sufi sie als Erster beschrieb. Magellan entdeckte die beiden Galaxien auf seiner Weltumsegelung im Jahr 1519. Für die heutigen Astronomen sind die beiden Wolken nichts Besonderes. Sie nennen sie »Zwerggalaxien«, weil sie »nur« aus ein paar Milliarden Sonnen bestehen.

kann: die Große und die Kleine Magellansche Wolke. Al-Sufi hat diese drei Punkte in zwei Büchern genau beschrieben, doch ahnte er nicht, was er wirklich entdeckt hatte: die ersten Galaxien jenseits der Milchstraße.

Im Jahr 1608 erhielten die Astronomen das schönste Geschenk, das sie sich vorstellen konnten. Der niederländische Brillenmacher Hans Lipperhey baute das erste Fernrohr der Welt und veränderte damit das gesamte Wissen vom Weltraum. Mit Hilfe eines Nachbaus dieses Fernrohrs konnte nur wenige Jahre später Galileo Galilei beweisen, dass die Erde um die Sonne kreist und nicht umgekehrt. Ständig wurden nun am Himmel neue aufregende Entdeckungen gemacht. Einer, der besonders viel entdeckte, war der Franzose Charles Messier. Dieser Astronom suchte systematisch den ganzen Himmel ab und fand dabei einhundertdrei verschwommene Punkte. Er notierte säuberlich ihre Position, doch wusste er noch nicht, was sie bedeuteten. Erst der deutsche Sternenforscher Friedrich Wilhelm Herschel erkannte Ende des 18. Jahrhunderts, dass etliche der kleineren wolkigen Punkte genau wie die Milchstraße aus vielen Sternen bestanden, die nur sehr viel weiter von der Erde entfernt waren.

Allmählich dämmerte es den Astronomen, dass die unvorstellbar große Milchstraße nur ein Gebilde war in einem noch viel größeren Raum mit vielen anderen ähnlichen Gebilden. Der Beweis dafür ge-





lang dem amerikanischen Astronomen Edwin Hubble. Er zeigte im Jahr 1923, dass die kleine Wolke im Sternbild Andromeda, die Al-Sufi entdeckt hatte, tatsächlich eine eigene, ferne Galaxie bildete. Heute wissen wir, dass der Andromeda-Nebel zwar jenseits der Milchstraße liegt, dass er aber trotzdem die nächste größere Galaxie im weiten Umkreis ist.

Gemeinsam mit ein paar anderen Galaxien werden der Andromeda-Nebel und die Milchstraße als »lokale Gruppe« bezeichnet.

»Lokale Gruppe«, das klingt, als würden sich ein paar Nachbardörfer zusammentun, um gemeinsam den Busverkehr zu organisieren oder ein Fest zu feiern. Tatsächlich sind die Galaxien der »lokalen Gruppe« mehr als fünf Millionen Lichtjahre voneinander entfernt, und ihre halbe Billion Sonnen verteilen sich auf ein gigantisch großes Gebiet des Weltraums. An gemütliches Dorfleben ist also nicht zu denken. Trotzdem ist selbst dieses gigantisch große Gebiet im gesamten heute bekannten Universum nicht viel mehr als eine kleine Ecke.

Dieses Universum hat eine solch fantastische Größe, dass es einen fröstelt. In dem Bereich des Weltalls, den wir mit den modernsten heutigen Teleskopen beobachten können, verteilen sich gut fünfhundert Milliarden Galaxien, von denen jede im Schnitt aus über hundert Milliarden Sonnen bestehen. Fünfhundert Milliarden Galaxien von der Größe der Milchstraße! Dafür gibt es nur ein Wort: irre. Und diese unendlich vielen Galaxien sind auch nicht etwa durch eine Art kosmischen Jägerzaun voneinander getrennt, über den man sich ab und zu mal zuwinken kann, sondern sie schweben einsam durch einen unvorstellbar großen Raum. Die meisten Galaxien sind umgeben von endloser Leere,

EIN RIESENZUSAMMENSTOSS

Weil sich die Galaxien im Welt-
raum bewegen, können sie auch
zusammenstoßen. Astronomen
haben festgestellt, dass der An-
dromeda-Nebel sich in Richtung
Milchstraße bewegt und es eines
Tages zu einem gigantischen Zu-
sammenstoß kommen könnte.
Zum Glück wird es bis dahin noch
fünf Milliarden Jahre dauern.

einem fast vollkommenen Vakuum, dem weiten, dunklen, kalten Weltall. So leer ist das All, dass es, selbst wenn man alle Materie, alle Sonnen und Planeten des Universums, zu Staub zermahlen und darin gleichmäßig verteilen würde, noch viele tausendmal leerer wäre als der leerste Raum, der jemals auf Erden hergestellt wurde.

Warum ist der Weltraum so leer und so groß? Das ist eine Frage, die sich viele Menschen stellen. Vor allem, wenn sie daran denken, dass möglicherweise in dem ganzen riesigen Weltall nur auf einem einzigen Planeten jemand lebt, nämlich auf der kleinen Erde am Rande der Galaxie Milchstraße. Wozu sind all die anderen unzähligen Sterne da?

Vorsicht! Hier endet der Weltraum!

Würde es für uns Erdlinge nicht völlig ausreichen, wenn am Ende unseres Sonnensystems Schluss wäre? Voyager 1 könnte dann ein Schild anbringen: »Vorsicht! Hier endet der Weltraum.« Und man könnte in aller Ruhe die Planeten unseres Sonnensystems erforschen und spannende Flüge zum Mars organisieren. Im Physikunterricht würde es trotzdem nicht langweilig. Man könnte ja zum Beispiel lernen, wie man den Kopierschutz von Filmen knackt oder einen Motorroller schneller macht. Sicher ist jedenfalls, dass den Lehrern auch ohne das ganze Universum noch genug Fragen für Klassenarbeiten einfielen.

Wenn wir uns allerdings vorstellen, wie es an der Grenze unseres Sonnensystems aussehen würde, wenn dort der Weltraum zu Ende wäre, bekommen wir Schwierigkeiten. Beginnt dann das Nichts? Löst

VAKUUM

Selbst mit den besten Pumpen können die Techniker einen Behälter nicht komplett leer von Atomen saugen. So bleiben in einem irdischen Ultravakuum noch etwa 30 000 Atome pro Kubikzentimeter übrig. Im Weltraum kommt dagegen im Durchschnitt ein Atom auf einen Kubikzentimeter. Zum Vergleich: Unsere ganz normale Atemluft enthält 30 000 000 000 000 000 000 000 000 Atome pro Kubikzentimeter.

DIE WELT ENTWICKELT SICH

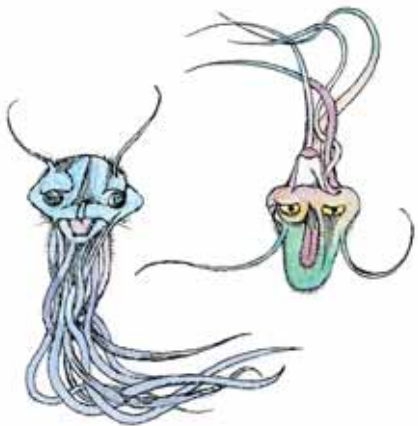
Es war ein Biologe, der den Gedanken der Entwicklung populär machte. Charles Darwin zeigte in seinem berühmten Buch »Ursprung der Arten«, dass Menschen und Tiere nicht einfach immer schon da waren, sondern sich in ganz langen Zeiträumen ständig weiter entwickelten. Die Ideen von Charles Darwin bedeuteten im 19. Jahrhundert eine Sensation und waren sehr umstritten. Doch heute gibt es keinen ernst zu nehmenden Wissenschaftler, der sie bestreitet.

sich jeder auf, der am Schild vorbeikommt? Stößt man gegen eine dicke, undurchdringliche stählerne Wand? Oder gibt es vielleicht eine Tür? Eine lustige grüne Tür mit Klinke? Und jeder, der durch diese lustige Tür hinausgeht, landet als kleine grüne Figur im zweiten Level eines Computerspiels, das von riesenhaften zotteligen Monstern im Mega-Raum gespielt wird?

Das Ende des Weltraums bedeutet nicht das Ende unserer Fragen. Zu befürchten ist, dass es uns gar nicht viel weiterhelfen würde, wenn der Weltraum nur aus unserem Sonnensystem bestünde. Die Frage »Was kommt dann?« bliebe die gleiche. Die Wissenschaftler würden weiterhin nach einer Lösung für das Problem suchen. Und die Kinder in der Kinder-Uni würden sich weiterhin fragen, ob draußen, jenseits des Weltraums, wohl jemand sitzt und uns im Fernsehen sieht.

Könnte es sein, dass für die Menschen die Fragen manchmal wichtiger sind als die Antworten? Haben die Menschen so etwas wie einen kleinen Fragewurm in ihrem Kopf? Einen Fragewurm, der sie zwingt, ewig die gleiche, unbeantwortbare Frage zu stellen, egal womit sie es zu tun haben: »Was kommt dann?« Erscheint uns der Weltraum nur deshalb so groß, weil wir so große Fragen haben?

Immerhin haben die Astronomen auf die Frage »Warum ist der Weltraum so groß?« ein paar interessante Antworten gefunden. Es sind allerdings praktische Antworten, die nichts mit der großen philosophischen Warum-Frage zu tun haben. Zum Beispiel sind die Astronomen ziemlich sicher, dass der Weltraum einmal ganz klein angefangen hat, so klein, dass er überhaupt keinen Platz benötigte. Und dass er dann schlagartig angefangen hat, sich auszubreiten, größer



und größer wurde. Der Weltraum verhält sich nach dieser Theorie nicht viel anders als ein Mensch, ein Tier oder eine Pflanze. Alle fangen einmal klein an und werden allmählich größer. Sie entwickeln sich.

Dass der Weltraum größer wird und sich verändert, ist ein Gedanke, der uns heute fast schon normal vorkommt. Dabei ist er gar nicht so alt. Noch vor 200 Jahren gingen die allermeisten Menschen davon aus, dass der Weltraum ewig und unveränderlich ist und die Sterne und Planeten friedlich ihre immer gleichen Kreise am Himmel ziehen. Das passte besser zu ihrem Weltbild, in dem Gott vor ungefähr 6000 Jahren die Welt auf einen Schlag geschaffen hatte.

Im Jahr 1785 fing dieses Weltbild gefährlich an zu wackeln. Ein deutscher Astronom stellte zum ersten Mal die These auf, dass Sterne und Planeten nicht von Anfang an da waren, sondern im Lauf der Zeit entstanden sein könnten. Es war Friedrich Wilhelm Herschel. Wir haben schon erfahren, dass dieser Forscher, der eigentlich ein Musiker war, herausgefunden hatte, dass viele der kleinen verschwommenen Punkte am Himmel eigene Galaxien waren, ähnlich wie die Milchstraße. Doch Herschel fand noch mehr heraus. Er glaubte, dass diese weit entfernten Sternenhaufen unter dem Einfluss der Schwerkraft entstanden waren und zwar ganz allmählich. Ein kühner Gedanke für Herschels Kollegen, aber ein richtiger, wie wir heute wissen.

Zeitreisen mit Teleskop

Herschel hatte noch eine andere aufregende Idee. Während er mit seinem Teleskop die kleinen Sternenhaufen betrachtete, die er im fernen Weltraum



FRIEDRICH WILHELM HERSCHEL

lebte von 1738 bis 1822 und war von Beruf Oboenspieler und Musiklehrer. Mit dreißig Jahren entdeckte er seine große Leidenschaft für die Mathematik und die Sternenbeobachtung. Mit Hilfe selbstgebaute Teleskope suchte er fortan systematisch den Himmel ab und fand 1781 als erster Mensch den Planeten Uranus. Außer dem Uranus entdeckte er noch viele andere Himmelskörper. 1816 wurde er in England zum Ritter geschlagen.

entdeckt hatte, kam ihm der Gedanke, dass alles, was er im Fernrohr sah, schon vergangen war. »Ich habe Sterne beobachtet, deren Licht, das kann bewiesen werden, zwei Millionen Jahre bis zur Erde unterwegs war.«

Das klingt verrückt. Wenn das Licht zwei Millionen Jahre bis zur Erde unterwegs ist, bedeutet das, dass wir am Himmel nur noch sehen, was längst vorbei ist: Geschichte. Sterne, die wir noch leuchten sehen, könnten schon vor Millionen Jahren explodiert sein. Ein unbehaglicher Gedanke.

Aber ein richtiger. Wir wissen heute, dass der Schall eine gewisse Zeit braucht, um von einem Ort zum anderen zu kommen. Bei einem Gewitter sehen wir deshalb erst den Blitz und hören den Donner ein paar Sekunden später. Ganz ähnlich ist es beim Licht. Auch das Licht ist eine Zeit unterwegs, allerdings reist es sehr viel schneller als der Schall und lässt sich nicht so einfach messen. Man kann nicht an einem Ende des Schulhofs seine Taschenlampe anmachen und dann langsam »eins, zwei, drei ...« zählen, bis es am andern Ende angekommen ist. Allein die Frage, wie das Startsignal beim Lichtmessen gegeben werden soll, ist vertrackt. Weil das Licht viel schneller ist als der Schall, nutzt es nichts, eine Pistole abzuschießen wie beim Hundertmeterlauf: Wenn der Schuss zu hören ist, wäre das Licht längst am Ziel und würde schon gemütlich in der Kabine duschen. Um die Geschwindigkeit des Lichts zu messen, muss man sehr raffiniert vorgehen.

Dass wir am Himmel fast nur Geschichte sehen, ist auf den ersten Blick beunruhigend. Für die Astronomen aber hat es einen riesigen Vorteil. Mit ihren Teleskopen können sie in die Vergangenheit schauen und in weit entfernten Galaxien das sehen, was die

Milchstraße schon hinter sich hat. Es ist so, als könnte man mit einem Fernrohr seine eigene Kindheit betrachten und sich zurückversetzen in die Zeit, als man noch klein war und jeden Tag ein wenig größer wurde. 13 Milliarden Lichtjahre schaffen heute die besten Teleskope, die Astronomen können also 13 Milliarden Jahre zurückschauen, in eine Zeit, als es die Erde und unsere Sonne noch nicht gab, denn die Erde ist erst ungefähr 4,5 Milliarden Jahre alt.

Könnte man möglicherweise auch in die Zeit vor der Entstehung des Universums zurückschauen? Als weder Galaxien noch Planeten existierten, als es nicht einmal den kleinsten Staub gab, kein Atom, absolut nichts da war? Kann man in eine Zeit vor dem Nichts zurückschauen? Ausgerechnet das geht leider nicht, und es wird nie gehen. Den Grund dafür wollen wir an dieser Stelle noch nicht verraten. Sicher ist jedenfalls, dass man auch mit den schärfsten Teleskopen niemals in die Zeit vor der Entstehung des Universums zurückblicken kann.

Eigentlich wäre es für uns sowieso viel nützlicher, wenn man nicht in die Vergangenheit, sondern in die Zukunft blicken könnte. Auf diese Weise könnte man rechtzeitig herausfinden, welche Fragen der Lehrer in der nächsten Mathe-Klassenarbeit stellt. Man wüsste schon am Montag die Lottozahlen vom nächsten Wochenende. Und müsste vor allen Dingen nicht mehr so lange Zeit auf den nächsten Harry-Potter-Band warten.

Erstaunlicherweise können die Astronomen sogar in die Zukunft blicken. Allerdings brauchen sie dafür nicht ihre Fernrohre, sondern ihre Computer. Mit Hilfe der Mathematik und Physik können sie errechnen, was im Weltraum noch alles passieren wird. Sie wissen zum Beispiel, dass in fünf Milliar-

WIE MAN DAS LICHT MISST

Der erste, der auf der Erde die Lichtgeschwindigkeit ermittelte, war der französische Physiker Armand-Hippolyte-Louis Fizeau. Er schickte einen Lichtstrahl los, der von einem Spiegel auf einem entfernten Hügel reflektiert wurde. Am Start musste der Strahl die Zähne eines rotierenden Zahnrades passieren und wurde in schnellem Rhythmus unterbrochen. Über den fernen Spiegel kehrten die Lichtblitze wieder zurück zum Zahnrad, das sich aber in der kurzen Zeit schon eine Winzigkeit weitergedreht hatte. So trafen die Blitze, je nach Geschwindigkeit des Zahnrads immer auf einen Zahn (in diesem Fall blieb das Licht hinter dem Zahnrad unsichtbar) oder sie flitzten durch die Lücken hindurch (waren also sichtbar). Aus der Geschwindigkeit des Zahnrades ließ sich dann die Geschwindigkeit des Lichts errechnen.

den Jahren der Energievorrat unserer Sonne aufgebraucht sein wird. Die Sonne wird sich dann mächtig aufblähen, immer heißer werden und danach ganz allmählich wieder abkühlen. Ein aufregendes Schauspiel, das allerdings auf der Erde niemand mehr sehen wird. Ohne Sonne gibt es auch kein Leben auf der Erde.

Quietscht der Raum?

Die Astronomen wissen auch, dass der Weltraum unaufhörlich größer wird. Er wächst und wächst, und er wächst nicht etwa so wie ein Baum oder ein kleiner Bruder, der jedes Jahr ein paar Zentimeter zulegt. Der Weltraum, der jetzt schon unfassbar groß ist, wächst rasend schnell, er dehnt sich mit einer Geschwindigkeit aus, die sogar die Lichtgeschwindigkeit übersteigt.

Wie kann das Universum so schnell wachsen? Schneller als das Licht? Ist nicht die Lichtgeschwindigkeit die schnellste aller Geschwindigkeiten? Tatsächlich wächst der Weltraum nicht, weil die Sterne und Galaxien in alle Richtungen davonrasen. Dann wäre die Theorie mit der Lichtgeschwindigkeit tatsächlich widerlegt. Der Weltraum breitet sich aus, weil der Raum selbst sich ausbreitet, der Raum, in dem sich alle Materie des Universums befindet. Und dieser Raum darf, anders als die Himmelskörper, schneller sein als das Licht.

Es ist nicht einfach, sich das vorzustellen: dass Raum wachsen kann. Wie soll das gehen? Quietscht Raum, wenn er wächst? Müssen wir befürchten, dass auch der Raum in unserem Fußball plötzlich anfängt zu wachsen? Und ihn platzen lässt? Womöglich

genau in dem Moment, wenn der Ball in die linke obere Ecke des gegnerischen Tors eindringt?

All diese schwierigen Fragen werden wir im sechsten Kapitel behandeln. Zunächst mal reicht es aus, wenn wir wissen, dass der Weltraum sich ausdehnt. Und daran haben die Astronomen nicht den geringsten Zweifel. Seit ein paar Jahren sind sie auch davon überzeugt, dass der Weltraum immer weiter wachsen wird. Der Start war ein Punkt ohne Wiederkehr.

Seit jener ersten Regung dehnt sich der Weltraum unaufhaltsam aus. Das ist der Grund für seine unglaubliche Größe. Er wächst mit einer unglaublichen Geschwindigkeit, er wächst schneller als das Licht. In diesem rasenden Wachstum reißt er sogar die Lichtsignale mit sich fort, die von seinen äußersten Rändern zu uns geschickt werden. Nie werden sie uns erreichen.

Werden wir nie erfahren, wie es am Ende des Universums aussieht?

