

## **Über den Autor**

Günter Förster wurde 1957 in Nauheim geboren. Schon in jungen Jahren interessierte er sich für das Universum und für Zeit und Raum, und mit den Jahren wurde dieses Interesse immer größer. Er las viele Bücher, die von Physikern, Astronomen und sonstigen hochkarätigen Wissenschaftlern geschrieben wurden, und sieht sich in diesem Zusammenhang als Dilettant im ursprünglichen Wortsinn: Der Begriff Dilettant leitet sich von dem lateinischen Wort „delectare“ ab, was so viel bedeutet wie „sich erfreuen“. Mithin ist der Dilettant jemand, der sich ohne formale Ausbildung und nicht berufsmäßig, aber voller Begeisterung mit seinem Gebiet beschäftigt. Als Amateur oder Laie übt er eine Sache um ihrer selbst willen aus, also aus Interesse, Vergnügen oder Leidenschaft und unterscheidet sich somit vom Fachmann. Dass die Begriffe Dilettant und dilettantisch heute auch abwertend verwendet werden, findet er schade und nimmt es hin. Förster hat die Eigenschaften von Zeit und Raum nach seinem Verständnis erweitert beschrieben und bestehende Theorien durch eigene Überlegungen ergänzt, zum Beispiel die Theorie der Kosmologischen Inflation, oder die Umstände, die zum Urknall geführt haben könnten. Diese eigene Auslegung nennt er deshalb naiv, weil das Wort laut Duden unter anderem bedeutet: von kindlich unbefangener Gemüts- und Denkart zeugend. Er mag es, kindlich und unbefangen an eine Sache heranzugehen. Man könnte auch sagen, offen und vorurteilslos.

Förster legt großen Wert darauf, seine Ausführungen so leicht verständlich wie möglich darzulegen. Seit Jahren spielte er mit der Idee, seine Gedanken in einem Buch zusammenzufassen. Weil Beruf, Familie und Hobbys ihm nun genug Zeit lassen, konnte er diesen Wunsch jetzt umsetzen. Der letzte Anstoß zur Realisierung kam indes ganz unerwartet, aus einer ganz anderen Situation heraus ...

**Für Boris, den Büchernarren**

**Günter Förster**

# **Naive Gedanken über Zeit und Raum**

**Das Universum aus der Sicht eines Dilettanten**

© 2017 Günter Förster

Umschlaggestaltung, Illustration: Günter Förster

Verlag: tredition GmbH, Hamburg

ISBN

Paperback: 978-3-7439-3682-9

Hardcover: 978-3-7439-3683-6

e-Book: 978-3-7439-3684-3

Printed in Germany

---

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt.  
Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlages und des Autors  
unzulässig. Dies gilt insbesondere für die elektronische oder sonstige  
Vervielfältigung, Übersetzung, Verbreitung und öffentliche Zugäng-  
lichmachung.

Vorwort .....	7
Über den Inhalt .....	11
<b>Teil 1 Der Weltraum.....</b>	<b>14</b>
Unser atemberaubendes Universum .....	15
Unsere wunderschöne Erde .....	20
Das faszinierende Atom .....	23
Erstaunliche Zahlen .....	26
Der Urknall .....	30
Die schnellste Inflation aller Zeiten.....	38
ZukunftsMusik .....	42
Räume .....	44
Das dreifache Absolute Nichts .....	48
Zu schnell, um wahr zu sein? .....	50
Hat ein morphisches Feld geholfen?.....	51
Das dritte Absolute Nichts.....	57
Der unendlich kleine Raum .....	59
Der unendlich große Raum .....	62
Das zweite Universum.....	71
<b>Teil 2 Die Zeit.....</b>	<b>75</b>
Unsere Zeit, was ist das? .....	76
Zeit ohne Bewegung?.....	79
Der imaginäre Helfer .....	81
Erdzeit.....	83
Sternzeit -305919.10220065963 .....	85
Jede Uhr geht anders .....	87
Von Photonen und Atomuhren .....	92
Zeitreisen .....	94
Das abenteuerlichste aller Multiversen .....	101
Doch schneller als das Licht? .....	107
Der Apfel und der Wurm.....	108
Die Zeitmaschine .....	112
Reisen mit Überlichtgeschwindigkeit.....	114
Alles sieht so anders aus .....	123

<b>Teil 3 Die Macht der Unendlichkeit .....</b>	<b>130</b>
Unendlich oder nicht? .....	131
Zurück zum unendlich kleinen Raum.....	135
Zurück zum unendlich großen Raum.....	138
Raum und Zeit, schon immer und für immer? .....	142
Das Viele-Welten-Multiversum .....	147
Das Pendel-Multiversum .....	151
Das Patchwork-Multiversum .....	154
Mein eigenes Multiversum.....	165
Das simulierte Multiversum .....	177
Noch mehr Multiversen.....	182
<b>Teil 4 Gott, ja oder nein? .....</b>	<b>183</b>
Warum über Gott grübeln? .....	184
Gar nicht so einfach.....	185
Das Universum aus dem Nichts .....	186
Wie können wir uns Gott vorstellen?.....	190
Gott im Himmel? .....	194
Keine perfekte Welt.....	198
Das Horrorhotel .....	201
Marionettentheater .....	204
Ist Gott überall? .....	209
Wie alt ist Gott?.....	212
Was sagen die Religionen über Gott? .....	215
Was sagt die Bibel?.....	220
Was spricht für den Zufall?.....	227
Was spricht für Gott? .....	233
Ein Universum zu viel.....	237
Doch kein Zufall? .....	242
Schon wieder lauter Kopien .....	246
Und dann ist der Film fertig.....	248
Nachwort .....	249
Danke .....	250

## Vorwort

Vor einiger Zeit besuchte ich einen guten Freund. Er hatte ein ärgerliches Problem und es zuvor mit zwei Anwälten besprochen. Als ich eintraf, saßen die drei noch beisammen, aber sie hatten das Gespräch gerade beendet. Mein Freund schilderte mir kurz ein verzwicktes Detail in der Angelegenheit, für das es eine Lösung zu finden galt, obwohl ich ihn eigentlich gar nicht wegen dieser Angelegenheit besucht hatte – wir hatten uns lediglich für einen gemeinsamen Spaziergang mit seinen lieben Hunden verabredet.

Was sein ärgerliches Problem anging, fragte ich nach kurzem Überlegen, warum er es nicht soundso angehen würde. Daraufhin sahen er und die Anwälte sich verblüfft an und mein Freund fing an zu grinzen. Er erklärte mir ein wenig überrascht, sie hätten nun zu dritt ungefähr eine Stunde lang eine Lösung gesucht und seien dann auf genau die Möglichkeit gekommen, die ich spontan vorgeschlagen hatte.

Dieser Moment stellte sich für mich im Nachhinein als ein Schlüsselerlebnis heraus. In den folgenden Tagen dachte ich immer wieder einmal an dieses Erlebnis und mir wurde bewusst, dass meine Äußerung zum Umgang mit dem Problem meines Freundes nicht professionell fundiert und nicht gründlich durchdacht war, sondern naiv und dilettantisch, und trotzdem war diese Meinungsäußerung keine Blamage.

Naiv, das bedeutet laut Duden etwa, *von kindlich unbefangener Gemütsart und Denkart zeugend*. Und dilettantisch bedeutet (im

besten Fall): *amateurhaft, laienhaft, nicht fachmännisch, unprofessionell*.

Genau so sind auch die Gedankenspiele, die ich seit Jahren immer wieder im Zusammenhang mit Zeit und Raum durchführe, und genau so liebe ich sie: naiv und dilettantisch. Aber gerade weil sie das sind, naiv und dilettantisch, habe ich meinen seit langer Zeit gehegten Wunsch, darüber zu schreiben, immer wieder verworfen. Ich dachte, es wäre ein K.-o.-Kriterium, dass meine Überlegungen nicht wissenschaftlich fundiert sind, und das hielt mich davon ab, meinen Schreibwunsch zu realisieren. Durch das Erlebnis mit meinem Freund und den beiden Anwälten änderte sich meine Meinung. Irgendwann wurde mir klar: Das Schlimmste, was passieren könnte, wäre, dass sich kein Mensch für meine Gedanken interessiert. Davon würde die Welt nicht untergehen, sondern sie würde sich unabirrt weiterdrehen, gerade so, als hätte ich sie niemals aufgeschrieben. Also konnte ich es ruhig riskieren. Ich würde es schließlich auch für mich selbst schreiben und für meinen Sohn, der Bücher sammelt wie andere Leute Bierdeckel oder Briefmarken oder Oldtimer. Und natürlich würde ich es auch für diejenigen schreiben, die sich vielleicht doch für meine Gedanken über Zeit und Raum interessieren, auch wenn sie nicht wissenschaftlich belegt sind. So kam der Moment der Entscheidung. Ich würde dieses kleine Buch zu schreiben anfangen – und nicht eher aufhören, als bis es fertig wäre. Ich würde es für Boris tun und für mich, und mit etwas Glück vielleicht auch für Sie.

In diesem Büchlein werden Sie deshalb auch an keiner Stelle Gedanken von mir finden, von denen ich sage, sie beschrieben die einzige denkbare Möglichkeit. Aber Sie werden Gedanken finden, die Sie so vielleicht noch nie gehört haben, weil sie eher unwissenschaftlich sind und aus wissenschaftlicher Sicht zumindest auf den ersten Blick so nicht stimmen können. Ich werde auch viele wissenschaftliche Erkenntnisse (beziehungsweise Theorien) erwähnen und erklären. Ich habe, wie eingangs erwähnt, zu dem Thema viele Bücher gelesen, zudem bin ich ausführlich durch einen großen Garten gestreift: das Internet. Dort habe ich die passenden Früchte gepflückt und in meinen Text eingesortiert. Hierbei haben sich besonders die Internet-Enzyklopädie Wikipedia sowie die wohl meistbesuchte Website der Welt bewährt, die des Marktführers unter den Internet-Suchmaschinen, Google. Trotzdem kann ich das, was ich dort finde, nur so wiedergeben, wie ich sie verstehe, vielleicht also teils unkorrekt. Wenn dies Sie stört, schreiben Sie mir bitte nicht. Ich erhebe nicht den geringsten Anspruch, bestehende Theorien oder Erkenntnisse vollständig zu verstehen, und ich erhebe auch nicht den Anspruch, meine eigenen Gedanken wissenschaftlich erklären oder gar beweisen zu können. Ich mache mir nur sehr gerne diese Art von Gedanken und habe mir vorgenommen, sie in diesem kleinen Buch so gut ich es kann festzuhalten. Um festzustellen, ob es noch andere Menschen gibt, die etwas damit anfangen können.

Wenn Sie also nicht ausschließlich an wissenschaftlichen Erkenntnissen gebildeter Professoren interessiert sind, sondern auch an den Gedanken eines Laien über Zeit und Raum und das

Universum, und ob dessen Entstehung eher Zufall oder das Werk Gottes sein könnte, interessiert sind, dann wünsche ich Ihnen nun viel Spaß beim Lesen.

## **Über den Inhalt**

Der Weltraum, unendliche Weiten. Das sind vier einfache Wörter, eine kurze und knappe Aussage. Und doch kann ich mir keine Äußerung vorstellen, über die man auch nur annähernd so viel nachdenken könnte wie über diese vier Wörter – und genau das habe ich seit vielen Jahren immer wieder getan. Wenn ich einmal nicht gut einschlafen kann, dann denke ich über Zeit und Raum nach. Das wird nie langweilig und führt zudem meistens rasch in einen tiefen und festen Schlaf. Das unwissenschaftliche Nachdenken über dieses Thema finde ich so interessant, dass ich mich wie oben schon beschrieben dazu entschloss, meine diesbezüglichen Gedanken niederzuschreiben. Ich habe zu dem Thema auch einige Bücher gelesen, die von Physikern, Astronomen und sonstigen hochkarätigen Wissenschaftlern geschrieben wurden, doch diese sind in der Regel mit komplexen Formeln, Berechnungen und Beschreibungen ausgestaltet, auch dann, wenn sie als einfach zu verstehen gelten. Ich habe sie alle jeweils zu Ende gelesen, auch wenn ich viele lange Abschnitte nicht verstand. Weil ich dieses Thema so spannend finde, möchte ich, dass meine Gedankengänge zu diesem Thema von wirklich jedem gelesen und verstanden werden können. Deshalb habe ich alles so einfach geschrieben, dass es jedes Kind verstehen kann. So gesehen liegt hier ein Kinderbuch vor Ihnen.

Wenn wir nun die unendlichen Weiten des Weltraums betrachten wollen, könnten wir uns als Erstes fragen, was der Weltraum genau ist. Der Weltraum, das All, das Universum, ist das alles ein und dasselbe?

Dann könnten wir uns fragen, ob dieser Raum wirklich unendlich ist, oder nur unvorstellbar groß. Kann der Weltraum überhaupt unendlich sein und was müssten wir daraus schließen? Oder hört der Weltraum vielleicht doch irgendwo auf, doch was kommt dann? Vielleicht sogar ein weiterer Weltraum? Es ist also wichtig, zunächst zu klären, was wir uns unter dem Weltraum überhaupt vorstellen wollen.

Außer der Frage, ob der Raum in seiner Ausdehnung unendlich ist, wäre auch spannend zu überlegen, ob der Raum nach innen vielleicht ebenfalls unendlich ist. Schließlich wäre es ja denkbar, sich etwas unvorstellbar und scheinbar unteilbar Kleines, in einem so großen Maßstab aufzuzeichnen, dass der winzige Punkt auf der Zeichnung einen Durchmesser von sagen wir einem Meter hätte.

Neulich habe ich gelesen, es gebe überhaupt keinen isoliert zu betrachtenden Raum und auch keine isoliert zu betrachtende Zeit, es gebe nur etwas, das man Raumzeit nennt. Ob wir das nun verstehen oder nicht, so kommen wir bei der Betrachtung des Weltraumes kaum drum herum, uns auch über das, was man Zeit nennt, Gedanken zu machen. Das ist viel schwieriger, als man im ersten Moment glauben möchte. Versuchen Sie doch einmal mit wenigen einfachen Worten zu beschreiben, was Zeit überhaupt ist. Außer beim Raum werden wir uns also auch bei der Zeit überlegen müssen, was genau wir darunter verstehen wollen. Und auch hier stellt sich dann die Frage, ob die Zeit unendlich ist und immer weiter in die Zukunft vordringen wird, oder ob sie, vielleicht zusammen mit dem Raum, irgendwann

aufhört zu sein. Und in Bezug auf die Zeit stellt sich die Frage wie beim Raum auch „in die andere Richtung“. Während wir beim Raum überlegen, ob er sich unendlich nach außen und nach innen erstreckt, so muss die Frage bei der Zeit lauten, ob sie sich in alle Zukunft ausdehnt und in endloser Vergangenheit immer schon da war.

Bei unseren Überlegungen werden wir früher oder später auch nicht um die Frage herumkommen, ob das alles schon immer da war, ob alles durch Zufall und von alleine entstanden ist oder ob ein Gott existiert haben müsste oder könnte. Und falls ja, wie wir uns diesen Gott vorstellen sollen.

## **Teil 1 Der Weltraum**

## **Unser atemberaubendes Universum**

Überlegen wir also, was wir unter dem Weltraum verstehen könnten. Zunächst sollten wir uns eine Vorstellung von unserem Universum machen, das übrigens auch Kosmos oder Weltall genannt wird. Beginnen wir mit einem Blick auf die wissenschaftlichen Theorien. Konsens scheint heute zu sein, dass es vor sehr langer Zeit etwas gab, das wir Urknall nennen, deswegen heißt diese Theorie Urknalltheorie. Dieser Theorie zufolge war der Urknall der Beginn des Universums, der Beginn von Materie und von Zeit und von Raum (Raumzeit). Das Ereignis fand vor ungefähr 13,8 Milliarden Jahren statt. Aber auch wenn die Berechnungen nicht ganz stimmen würden und das Universum erst eine Milliarde oder sogar nur eine Million Jahre alt wäre – es wäre, glaube ich, für unsere Vorstellungskraft gleich. Ich habe einmal gelesen, man könne, was man nicht selbst erlebt hat, nicht wirklich nachempfinden, es sich nicht angemessen vorstellen. Wir wissen vom Verstand her, dass 13,8 Milliarden Jahre viel mehr sind als eine Million Jahre, aber wir können die praktische Dimension dieses Unterschiedes nicht begreifen. Wir können also getrost sagen, das Universum ist unvorstellbar alt.

Wie groß das Universum ist, kann auch heute nicht so ganz beantwortet werden. Hier muss man einen Unterschied machen zwischen dem gesamten Universum und dem, was man das beobachtbare Universum nennt. Das gesamte Universum ist wahrscheinlich größer als das beobachtbare Universum, aber so richtig verstehe ich das nicht, und das müssen wir auch nicht, denn wie wir gleich sehen werden, ist das Universum so groß, dass der

Unterschied für uns sowieso nicht zu begreifen ist, genauso wenig wie das Alter des Universums. Jedenfalls ist das beobachtbare Universum nach heutiger Erkenntnis wahrscheinlich ein Gebilde in einer ungefähren Kugelform, und es hat einen Durchmesser von circa 93 Milliarden Lichtjahren. Dabei hat es eine Masse von etwa  $10^{53}$  kg, das ist eine Eins mit 53 Nullen. Selbst das klingt für ein ganzes Universum nicht unbedingt viel. Was es bedeutet, werden wir deshalb an anderer Stelle noch einmal näher betrachten. Obwohl wir uns also sowohl das Alter und die Größe (Ausdehnung) als auch die Masse (Gewicht) unseres Universums nicht auch nur ansatzweise vorstellen können, macht es trotzdem Spaß, anhand uns gebräuchlicher Größenordnungen wenigstens einige Vergleiche zu wagen.

Nichts ist schneller als das Licht. Das Wort Lichtjahr ist verwirrend, weil es aus den Wörtern Licht und Jahr zusammengesetzt ist. Ein Jahr ist eine Zeiteinheit. Ein Lichtjahr ist hingegen eine Maßeinheit, eine Länge. Es ist die Entfernung, die das Licht in einem Jahr zurücklegt. Das Universum ist so groß, dass man mit den sonst üblichen Längenmaßen nicht viel anfangen kann, und deshalb werden Entfernung in der Astronomie meistens in Lichtjahren angegeben. Nichts kann sich schneller durch den Raum bewegen als das Licht. Im gesamten Universum ist die Lichtgeschwindigkeit sozusagen die absolut mögliche Höchstgeschwindigkeit, und das gilt auch nur für Dinge, die keine Masse, also kein Gewicht haben. Licht ist etwas ausgesprochen Besonderes: ein Ding, das keine Masse hat. Aber Licht ist noch viel spannender, denn Licht scheint einerseits aus Strahlung zu bestehen und andererseits aus Teilchen, die sich wellenartig fort-

bewegen. Diese Teilchen nennt man Photonen. Viele dieser Photonen bilden gemeinsam einen Lichtstrahl, und dieser Lichtstrahl bewegt sich, wenn ihm nichts in die Quere kommt, immer weiter in einer Geraden durch den Raum, und zwar immer mit der „zulässigen Höchstgeschwindigkeit“, der Lichtgeschwindigkeit. Doch jetzt kommt etwas für mich Unverständliches: Photonen scheinen nur im Ruhezustand masselos zu sein. Wenn sie sich bewegen, haben sie aber eine Masse, zumindest kann man ihnen eine Masse zurechnen. Diese Masse ist freilich ungeheuer klein. Aber so klein dann auch wieder nicht, denn immerhin soll mal jemand ausgerechnet haben, dass das täglich auf der Erde eintreffende Licht ungefähr 170 Tonnen wiegt. Das würde auch erklären, wieso massereiche Gebilde Lichtstrahlen ablenken können, oder wie es einem Schwarzen Loch gelingt, Photonen anzuziehen. Andererseits ist mir daran unverständlich, dass Objekte, die Masse haben, nicht Lichtgeschwindigkeit erreichen können. Der Grund könnte sein, dass Photonen nicht auf Lichtgeschwindigkeit beschleunigen müssen, sondern von Anfang an mit Lichtgeschwindigkeit reisen. Das wiederum wirft die Frage auf, wie ein Photon sich in einem Ruhezustand befinden kann?

Das Licht legt in jeder einzelnen Sekunde unglaubliche 300.000 Kilometer zurück (im Vakuum; genau genommen sind es nur 299.792,458 Kilometer). Würde Licht nicht nur geradeaus, sondern um die Erde fliegen, so würde es in einer Sekunde mehr als sieben Mal um sie herumsausen. Für die Strecke von der Erde bis zum Mond benötigt das Licht nur etwas mehr als eine Sekunde, und von der Erde bis zur Sonne gut acht Minuten. Das zeigt

uns auch, wie weit der Mond, und wie noch viel weiter die Sonne von uns entfernt ist.

In unserem Universum gibt es viele Trillionen Sterne (eine Trillion sind tausend Milliarden Milliarden), und schon der Stern, der unserer Erde (abgesehen von der Sonne, die ja auch ein Stern ist) am nächsten ist, ist bereits mehr als 4,3 Lichtjahre von uns entfernt. Er liegt im Dreiersystem Alpha Centauri. Wenn wir also heute ein Photon auf die Reise dorthin schicken würden, bräuchte es mehr als 4,3 Jahre, bis es dort ankommen würde. Für eine Reise quer durch das gesamte Universum braucht ein Photon unvorstellbare 93 Milliarden Jahre – und das trotz seiner unvorstellbaren Geschwindigkeit. Nebenbei bemerkt finde ich Folgendes interessant: Obwohl ein Lichtstrahl sich in einer Geraden mit Lichtgeschwindigkeit, also der höchstmöglichen Geschwindigkeit fortbewegt, bewegen sich die Photonen doch scheinbar in Wellenbewegung. Und weil eine wellige Wegstrecke immer länger als eine gerade sein muss, müsste sich das Photon doch eigentlich schneller als mit Lichtgeschwindigkeit fortbewegen? Diesen Zusammenhang verstehe ich nicht. Ich habe vor einiger Zeit bei einem Waldspaziergang mit meiner Berner Sennenhündin Chelsy in der Nähe der GSI (Gesellschaft für Schwerionenforschung) nahe Darmstadt einen Mitarbeiter dieses Forschungsinstituts kennengelernt. Ich habe ihm meine Überlegungen dargelegt, doch auch er konnte mir das Problem nicht erklären. Fairerweise muss ich sagen, dass dies sehr wahrscheinlich daran lag, dass die Kommunikation aufgrund meiner minimalen Englischkenntnisse extrem holprig war.

Jetzt haben wir also eine Vorstellung von der atemberaubenden Größe unseres Universums. Oder besser gesagt: Wir haben keine, weil wir uns diese gewaltigen Dimensionen einfach nicht angemessen vorstellen können. Doch anhand der Vergleiche fällt es uns wenigstens ein bisschen leichter, uns diese gigantische Größe vor Augen zu führen, soweit unser menschliches Gehirn dazu in der Lage ist. Atemberaubend sind aber nicht nur die Dimensionen unseres Universums, sondern auch das, was sich darin befindet. Da werden Sterne zuerst zu Roten Riesen und dann zu Weißen Zwergen. Neutronensterne, sogenannte Pulsar, drehen sich oft Hunderte Male in jeder Sekunde um die eigene Achse. Es gibt Sterne, die so gigantisch sind, dass ihr Durchmesser viele Hunderte Mal größer ist als der unserer gewaltigen Sonne. Mysteriöse Schwarze Löcher sind so gewaltig, dass es Exemplare gibt, die viele Milliarden Mal mehr wiegen als unsere Sonne. – Und das war nur eine kleine Auswahl. Dank der heutigen Technik können wir ins Internet gehen und innerhalb von Sekunden gestochen scharfe Bilder von großen Teilen unseres Universums bestaunen. Das weltbekannte Hubble-Weltraumteleskop hat mit seinen Aufnahmen maßgeblich hierzu beigetragen. Aber auch unser eigenes „kleines“ Sonnensystem ist nicht ganz unspektakulär. Beheimatet es doch nach der Meinung vieler den vielleicht schönsten Schatz des gesamten Universums. Unsere Heimat, die Erde.

## **Unsere wunderschöne Erde**

Von oben aus dem Weltraum betrachtet werden wir lange suchen müssen, um einen so außergewöhnlichen und schönen Planeten wie unsere Erde zu finden. Aber nicht nur von weit oben aus dem All ist die Schönheit der Erde außerordentlich beeindruckend. Es gibt dort riesige Wälder, Meere mit traumhaften Küsten und Seen jeglicher Größenordnung. All das kann uns ziemlich begeistern. In den Meeren gibt es traumhaft schöne Inseln, aber auch eine phantastische Unterwasserwelt. Auf dem Festland finden wir wunderschöne Nationalparks. Wir können Naturwunder bestaunen wie Geysire, Wasserfälle und gigantische Canyons. Eislandschaften verzaubern uns in den Polregionen. Von alledem ist vieles so schön, dass wir vergeblich überlegen, was man hier von Menschenhand hätte besser machen können. Und überall können wir Tiere wegen ihrer Schönheit und ihrer Fähigkeiten bewundern. Bestaunen wir bei Windstille oder einem lauen Lüftchen einen Sonnenuntergang, käme es uns nie in den Sinn, dass unsere Erde mit mehr als 100.000 Stundenkilometern um die Sonne saust. Tut sie aber, wir merken nur nichts davon.

Unsere Erde hat einen Umfang von etwa 40.000 Kilometern, das entspricht einem Durchmesser von über 12.700 Kilometern.

Daraus ergibt sich eine Oberfläche von mehr als 500 Millionen Quadratkilometern und ein Volumen von gut  $10^{12}$  km<sup>3</sup>, also 1.000.000.000.000 Kubikkilometern.

Die Erde hat eine Masse von ungefähr  $6 \cdot 10^{24}$  kg, oder anders gesagt, wenn man eine ausreichend große Waage hätte, um die