

FLORIAN FREISTETTER

Der Komet im Cocktailglas



WIE
ASTRONOMIE
UNSEREN
ALLTAG
BESTIMMT

HANSER

Florian Freistetter

Der Komet im Cocktailglas

Wie Astronomie unseren Alltag
bestimmt

HANSER

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches oder von Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung – mit Ausnahme der in den §§ 53, 54 URG genannten Sonderfälle –, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

© 2013 Carl Hanser Verlag München
Internet: <http://www.hanser-literaturverlage.de>

Herstellung: Thomas Gerhardy
Illustrationen: Gottfried Müller
Umschlaggestaltung und Motiv: Hauptmann und Kompanie Werbeagentur,
Zürich, Dominic Wilhelm
Datenkonvertierung: le-tex publishing services GmbH, Leipzig

ISBN (E-Book) 978-3-446-43506-3
ISBN (Buch) 978-3-446-43505-6

INHALT

Einleitung

TEIL 1: AUF DER STRASSE

Der Wind aus der Vergangenheit
Der Mond steigt auf die Bremse
Satellitenfernsehen: Die ganze Wahrheit
Die Uhr am Himmel
Lukrative Kollisionen

TEIL 2: IM PARK

Leise rieselt der Staub
Frühling, Sommer, Herbst & Crash!
Ein Hoch auf den Treibhauseffekt
Auf der Suche nach außerirdischen Bäumen
Weltraumwasser
Wo die Dinos heute leben
Die vielen Augen der Astronomen

TEIL 3: IN DER BAR

Die Sonne in der Suppenschüssel
Alles kommt von den Sternen
Dämmerung ist Ansichtssache
Der Urknall auf der Mattscheibe
Die Suche nach der Dunkelheit

TEIL 4: UNTERM STERNENHIMMEL

Mit dem Taxi durch die Raumzeit
Auf dem kürzesten Weg von A nach B
Weißt du, wie viel Sternlein stehen...?
Der Mond und die Menschen
Am Ende wird es dunkel

DAS UNIVERSUM IM BÜCHERREGAL

Für Fabian.
Ich denke immer an dich.

Einleitung

Astronomie: Das ist das, was weit draußen im All passiert. Astronomie ist die Wissenschaft mit den gigantischen Zahlen und den unvorstellbaren Distanzen. Astronomie sind ferne Sterne, fremde Planeten, unbekannte Galaxien und schwarze Löcher. Astronomie findet am Himmel über uns statt, im dunklen Kosmos. Astronomie ist weit weg. Astronomie hat nichts mit unserem Alltag zu tun.

Das alles ist richtig. Bis auf den letzten Satz. Astronomie spielt in unserem Alltag sehr wohl eine Rolle. Denn es stimmt zwar, dass die Astronomie sich mit fernen Sternen beschäftigt und mit noch fernerer Galaxien, mit schwarzen Löchern in den Tiefen des Alls, mit Dingen, die vor Milliarden Jahren geschehen, und Himmelskörpern, die unvorstellbar weit entfernt sind. Aber wir leben nicht getrennt vom Rest des Universums, sondern mittendrin. Und der Weltraum ist gar nicht so weit entfernt, wie man denken mag. Er beginnt 100 Kilometer über unseren Köpfen – eine Strecke, die wir am Boden mit dem Auto in weniger als einer Stunde zurücklegen können. Selbstverständlich nehmen die Vorgänge im Weltall Einfluss auf unser alltägliches Leben. Wie könnte es auch anders sein? Die Erde ist ein Teil des Universums. Sie ist ein Planet, der sich durch das Weltall bewegt. Ein Planet, der einen Stern umkreist: unsere Sonne. Die wiederum ist ein ganz normaler Stern, der mit Hunderten Milliarden von anderen Sternen unsere Galaxie bildet: die Milchstraße. Und die Milchstraße ist nur eine von Hunderten Milliarden Galaxien, die das gesamte sichtbare Universum bevölkern. Wir sind ein kleiner Bestandteil des unvorstellbar großen Kosmos. Und alles, was in ihm passiert, betrifft auch uns Menschen, ganz konkret, in unserem Alltag.

Egal, ob wir zu Hause sitzen, ob wir durch einen Wald spazieren oder die Straße entlangschlendern, ob wir im Auto unterwegs sind oder auf dem Fahrrad, ob wir im Park sind oder im Büro: Astronomische Phänomene spielen überall eine Rolle. Was im Universum passiert, passiert auch uns

Menschen. Die Astronomie ist überall! Wir müssen nur die Augen aufmachen und ein klein wenig über die Dinge nachdenken, die wir sehen.

Der Schatten, den ein Baum wirft, und der Wind, der seine Blätter zum Rascheln bringt, sagen uns etwas darüber, wie sich unser Planet bewegt. Der Staub am Boden erzählt von gewaltigen Katastrophen, und blühende Blumen und zwitschernde Vögel zeigen uns, was diese Katastrophen für Folgen haben. Das Frühstücksbrötchen berichtet von seinem Ursprung in gewaltigen Feuern im Inneren der Sterne. Die dunkle Nacht zeigt uns den Anfang des Universums und das helle Sonnenlicht die Zukunft der Erde. Kein Ort auf der Erde ohne Astronomie. Nirgends. Das Universum ist nicht nur irgendwo da draußen, in den Tiefen des Alls, es ist gleich um die Ecke, direkt vor unserer Nase. Um es zu erkunden, brauchen wir kein Raumschiff, sondern nur zwei Beine: Kommen Sie mit auf einen Spaziergang durch das Universum direkt vor unserer Haustür!



TEIL 1:

AUF DER STRASSE

Machen wir uns auf den Weg in die Stadt. Zunächst die Treppe hinunter und dann durch die Tür ins Freie. Wir werden dem Universum dabei an jeder Ecke begegnen. Schon der erste Schritt vor die Haustür bringt uns zurück zum Anfang des Sonnensystems! Vor unserer Tür ist auf den ersten Blick alles wie immer: eine normale Straße. Häuser, Fenster, Autos die vor den Einfahrten parken. Alles ist uns völlig vertraut. Aber heute werden wir die Dinge einmal auf eine andere Art und Weise betrachten. Denn überall im Alltag versteckt sich das Universum.

Der Wind aus der Vergangenheit

Während wir auf dem Bürgersteig stehen und unsere Wohnstraße betrachten, kommt Wind auf und weht uns durch die Haare. Ebenfalls ein völlig alltägliches Ereignis. Doch dieser Wind ist ein Bote aus der Frühzeit des Sonnensystems; aus einer mehr als 4,5 Milliarden Jahre alten Vergangenheit, in der es noch keinen Planeten Erde gab. Das klingt überraschend, ist aber deswegen nicht weniger wahr. Wir müssen nur hinter die Fassade des Alltäglichen blicken.

Was ist Wind? Wind ist Luft, die sich bewegt. Unsere Erde ist von einer Hülle aus Luft umgeben. Diese Luft steht nicht still, sondern ist ständig in Bewegung. Die Ursache dafür sind Unterschiede im Luftdruck. Die Luft ist immer um Ausgleich bemüht und fließt von Bereichen mit hohem in Bereiche mit niedrigerem Luftdruck. Die Temperatur der Luft, die sich im Laufe eines Tages und auch im Laufe eines Jahres ständig ändert, erzeugt immer wieder neue Unterschiede im Luftdruck.

Wärmere Luft dehnt sich aus und steigt auf, kältere Luft zieht sich zusammen und sinkt ab, und die Menge an Luft, die sich über einem bestimmten Punkt auf der Erde befindet, verändert sich. Und weil deswegen nicht immer gleich viel Luft nach unten auf den Boden drückt, verändert sich auch der Luftdruck.

Im großen Maßstab sind es die Hoch- und Tiefdruckgebiete, die unser Wetter bestimmen. Ein Hochdruckgebiet heißt so, weil dort ein höherer Luftdruck herrscht, im Tiefdruckgebiet ist der Luftdruck im Vergleich zum Durchschnittswert geringer.

Beide Gebiete werden von Winden umströmt. Allerdings nicht völlig wahllos. Es gibt Regeln: Auf der Nordhalbkugel der Erde umströmt die Luft Hochdruckgebiete immer im Uhrzeigersinn, Tiefdruckgebiete gegen den Uhrzeigersinn. Auf der Südhalbkugel ist es genau umgekehrt. Für dieses Verhalten ist die Rotation der Erde verantwortlich. Um das zu verstehen, machen wir in Gedanken einen kleinen Urlaub...

Stellen wir uns vor, wir würden an einem Strand liegen, irgendwo am Äquator. Obwohl wir nur im Liegestuhl vor uns hin dösen, bewegen wir uns doch. Denn die ganze Erde dreht sich jeden Tag einmal um ihre Achse. Wenn wir unsere Liege 24 Stunden lang nicht verlassen, hat uns die Erde genau einmal herumgedreht.¹ Wir haben dabei eine Strecke zurückgelegt, die der gesamten Länge des Äquators entspricht. Das sind immerhin ziemlich genau 40.000 Kilometer, die wir zurückgelegt haben, ohne unseren bequemen Platz am Strand verlassen zu müssen. 40.000 Kilometer in 24 Stunden, das entspricht fast 1.700 Kilometern pro Stunde! Wenn wir das Pech haben, nicht an unserem Traumstrand liegen zu dürfen, sondern daheim im Büro sitzen müssen, dann dreht die Erde uns auch hier herum. Allerdings legen wir jetzt keine 40.000 Kilometer mehr zurück. Nehmen wir zum Beispiel an, unser Büro ist in Berlin. Die Stadt liegt am 52. Breitengrad.² Folgen wir hier einem Kreis einmal um die Erde, so kommen wir in Richtung Westen zuerst bei Münster und Rotterdam vorbei, danach passieren wir London und kreuzen den Atlantik. Solange wir immer auf dem 52. Breitengrad bleiben, werden wir das Festland erst wieder im kanadischen Neufundland erreichen. Im Westen des amerikanischen Kontinents stoßen

wir nördlich von Vancouver auf den Pazifik. Japan und China verpassen wir knapp, auf dem eurasischen Kontinent landen wir in Sibirien. Wir durchqueren Russland und betreten in Weißrussland wieder unseren Heimatkontinent Europa. Noch ein kurzer Besuch in Warschau, und schon sind wir wieder zurück in Berlin. Wir haben uns immer nur entlang des 52. Breitengrades bewegt, und unsere Reise war schlappe 24.700 Kilometer lang. So weit reisen wir also am Tag, wenn wir an unserem Schreibtisch sitzen. Am Äquator hat uns die Drehung der Erde innerhalb von 24 Stunden 40.000 Kilometer weit transportiert. In Berlin nur 24.700 Kilometer. Dadurch sind wir natürlich auch langsamer als am Äquator. 24.700 Kilometer in 24 Stunden entsprechen nur noch knapp 1.000 km/h. Und je weiter wir nach Norden gehen, desto langsamer werden wir. Wer sich zum Beispiel in der Stadt Ny-Ålesund auf der Insel Spitzbergen im nördlichen Polarmeer befindet, der legt dank der Erdrotation an einem Tag nur noch 7.700 Kilometer zurück und bewegt sich daher mit einer Geschwindigkeit von 320 km/h. Direkt am Nordpol selbst bewegt man sich schließlich gar nicht mehr, sondern dreht sich innerhalb von 24 Stunden nur einmal um seine eigene Achse.

Was hat das alles mit dem Wetter zu tun? Es spielt doch keine Rolle, wie schnell wir uns zusammen mit der Erde bewegen. Wir merken ja sowieso nichts davon! Das ist richtig. Aber nur, solange wir in unserem Liegestuhl am Strand, unserem Büro in Berlin oder auf Spitzbergen bleiben. Stellen wir uns wieder vor, wir entspannen gerade am Äquatorstrand. Von den 1.700 km/h, mit denen uns die Erde herumwirbelt, merken wir nichts. Der ganze Rest bewegt sich ja ebenso schnell. Nun werden wir aber einfach so zurück nach Berlin gebeamt, in unser Büro. Dort wartet der Chef auf uns. Auch er sitzt ruhig an seinem Schreibtisch und merkt ebenfalls nichts von den 1.000 km/h, mit denen er sich dank der Erdrotation bewegt. Nun tauchen aber wir plötzlich dort auf. Frisch vom Strand nach Berlin gebeamt, bewegen wir uns immer noch mit 1.700 km/h, also 700 km/h schneller als die Berliner Bürokollegen. Unser Chef kann daher nur einen kurzen Blick auf uns werfen, bevor wir aus seiner Sicht mit 700 km/h Richtung Osten davonsausen. Die Geschwindigkeit, mit der uns die Erde bewegt, spielt nur

solange keine Rolle, wie sich auch alles andere mit der gleichen Geschwindigkeit bewegt. Bei einem schnellen Ortswechsel ist das aber nicht mehr der Fall.

In der Realität passiert so etwas natürlich nicht. Wir können uns nicht einfach hin und her beamen. Aber die Luft bewegt sich problemlos rund um die Erde. Sie fließt vom Äquator in Richtung Norden oder Süden und ist dann genau mit dem gleichen Problem konfrontiert wie wir in unserem Gedankenexperiment. Aus der Sicht der schnellen, vom Äquator nach Norden strömenden Luft dreht sich die Erde immer langsamer, je weiter sie nach Norden kommt. Und so, wie wir aus Sicht unseres Chefs nach Osten rauschten, nachdem wir vom Äquator nach Berlin gebeamt worden waren, bewegt sich nun auch die Luft schneller nach Osten als die Erde unter ihr. Vom Erdboden sieht es so aus, als würde die nach Norden strömende Luft umso stärker nach Osten abgelenkt, je weiter sie nach Norden strömt. Befindet sich nun ein Tiefdruckgebiet irgendwo über Europa, dann strömt die Luft aus allen Richtungen darauf zu. Die Luft, die aus dem Süden kommt, wird nach Osten abgelenkt. Die Luft aus dem Norden dagegen nach Westen. Luft strömt also nicht auf direktem Weg in das Tiefdruckgebiet, sondern bildet eine Spirale, die sich gegen den Uhrzeigersinn dreht.³

Man nennt diesen Ablenkungseffekt auch Corioliskraft. Sie ist für den Wind verantwortlich, der sich um die Hoch- und Tiefdruckgebiete bewegt. Nicht verantwortlich dagegen ist sie für die Richtung, in der das Wasser im Abfluss Strudel bildet. Es wird gerne behauptet, auf der Nordhalbkugel würde das Wasser gegen den Uhrzeigersinn abfließen und auf der Südhalbkugel im Uhrzeigersinn. Theoretisch übt die Corioliskraft tatsächlich den gleichen Einfluss auf das Wasser aus wie auf die strömende Luft. Ein Klo, ein Waschbecken oder eine Badewanne sind allerdings viel zu klein, als dass der Effekt hier irgendeine Wirkung haben kann. In welche Richtung das Wasser abfließt, hängt von der Form des Beckens ab und von der Richtung, in der sich das abströmende Wasser gerade zufällig zum Abfluss bewegt.

Das Wetter und den Wind, der unsere Frisur durcheinanderbringt, verdanken wir also der Rotation der Erde. Aber warum dreht sie sich eigentlich? Könnte es nicht zumindest auch theoretisch so sein, wie es sich

die Wissenschaftler der Antike vorgestellt haben? Da dachte man ja noch, die Erde wäre das unbewegte Zentrum des Alls und alles würde sich um sie herumbewegen? Wie kommt es, dass sich die Erde und alle andere Planeten um ihre eigenen Achsen drehen?

Den Grund dafür finden wir in der Vergangenheit, vor etwa 4,5 Milliarden Jahren. Damals gab es noch keine Planeten. Es gab noch nicht mal eine Sonne. Dort, wo sich heute unser Sonnensystem befindet, gab es nur eine riesige Wolke aus Gas und Staub. Dann passierte etwas. Vielleicht zog ein anderer Stern in der Nähe dieser Wolke vorbei. Oder ein Stern in der Nähe explodierte. Was genau damals geschehen ist, können wir heute nicht mehr sagen. Doch wir wissen: Die Wolke wurde gestört. Das Gas und der Staub wurden ein wenig durcheinandergewirbelt. Das Material war nun nicht mehr gleichmäßig verteilt. In einigen Regionen befand sich mehr Staub und Gas als in anderen. Die dichteren Bereiche übten nun eine stärkere Gravitationskraft aus als zuvor und begannen, das Gas und den Staub aus der Umgebung anzuziehen. Die Wolke bildete Klumpen, die umso schneller wuchsen, je größer sie wurden.

Die Verklumpung der Wolke hatte Auswirkungen auf die Bewegung der Teilchen. Sie bewegten sich um die Klumpen herum. Je näher sie den Klumpen kamen, desto stärker wurde ihre Anziehungskraft und desto schneller wurden sie. Auch die Klumpen selbst bewegten sich. Je dichter ein Klumpen wurde, desto schneller begann er sich zu drehen. Wir kennen das Phänomen von Eisläufern. Je enger ein Eisläufer seine Arme und Beine an sich zieht, je kompakter er also wird, desto schneller dreht er sich. So wie man Energie nicht erzeugen oder vernichten kann, kann auch die Energie der Drehung nicht einfach verschwinden. Genau das Gleiche passierte auch in unserer Wolke. Je mehr Gas und Staub ein Klumpen anzog, desto dichter und kompakter wurde er und desto schneller drehte er sich. Die Klumpen wurden also immer dichter und dichter und zogen immer mehr Material an. In ihrem Inneren wurde es immer wärmer. Sie wurden zu „Protosternen“ (d.h. noch unfertigen Sternen), und jeder von ihnen war von einer rotierenden Scheibe aus dem restlichen Gas und Staub umgeben.

Einer dieser Protosterne sollte unsere Sonne werden. Die Klumpen fielen unter ihrer eigenen Anziehungskraft immer weiter in sich zusammen. Je heißer es im Protostern wurde, desto schneller bewegten sich die Atome in seinem Inneren hin und her. Dabei kollidierten sie natürlich auch immer wieder miteinander und prallten dabei zuerst noch voneinander ab. Erst als eine kritische Temperaturgrenze bei etwa 10 Millionen Grad überschritten wurde, waren die Atome so schnell, dass sie bei einer Kollision miteinander verschmelzen konnten. Diesen Prozess nennt man „Kernfusion“, und er setzt Energie frei. Der Protostern fing nun an zu strahlen. Die Strahlung, die aus seinem Inneren nach außen drang, wirkte der andauernden Kompression entgegen und stoppte den Kollaps der Klumpen. Der Protostern wurde stabil – unsere Sonne war geboren!

Die junge Sonne war allerdings immer noch von einer großen Scheibe aus Gas und Staub umgeben. In ihr lief der gleiche Prozess ab wie zuvor in der Wolke. Staubteilchen stießen miteinander zusammen und blieben aneinander haften. Die Teilchen wuchsen, bis aus der Staubscheibe ein riesiger Ring aus kilometergroßen Felsbrocken geworden war. Auch diese kollidierten weiter miteinander und wuchsen an. Einige der Brocken wuchsen schneller als die anderen, übten eine immer größere Anziehungskraft aus und rissen immer mehr Brocken an sich. Aus ihnen entstanden schließlich die Planeten. Auch die drehten sich umso schneller um ihre eigene Achse, je dichter und kompakter sie waren. Einer dieser Planeten war die Erde. Und ihre turbulente Entstehungsgeschichte ist der Grund, warum sie nicht stillsteht, sondern sich um ihre eigene Achse dreht.

Wir leben also auf einer gigantischen Kugel aus Metall und Gestein, die sich unablässig um sich selbst dreht. Diese Drehung ist eine direkte Ursache der Vorgänge, die stattfanden, als das Sonnensystem geformt wurde. Heute bestimmt sie das Verhalten von Wind und Wetter. Der Wind, der uns auf dem Bürgersteig so stark um die Nase weht, ist eine Folge der Entstehung unseres Planeten vor 4,5 Milliarden Jahren.

Der Mond steigt auf die Bremse

Da wir uns gemeinsam mit der Erde drehen, bemerken wir ihre Rotation nicht. So sieht es für uns auch so aus, als würde sich der Rest des Universums um uns herum bewegen. Die Sonne, der eigentliche Fixpunkt in unserem Sonnensystem, bewegt sich aus unserer Sicht täglich über den Himmel. Während wir vor unserem Haus standen und uns Gedanken über den Wind und die Entstehung der Erde gemacht haben, ist sie ein gutes Stück über den Himmel gewandert. Die Schatten der Häuser in der Nachbarschaft, die Schatten der Balkone, Bäume und Satellitenschüsseln haben sich alle ein kleines Stück bewegt. Noch ist es früh am Morgen. Während die Sonne am Himmel weiter nach oben steigt, werden die Schatten kürzer werden. Mittags, während sie genau über unseren Köpfen steht, sind die Schatten am kürzesten. Danach beginnen sie wieder zu wachsen, so lange, bis die Sonne am Abend hinter dem Horizont untergeht. Dieses Spiel wiederholt sich Tag für Tag. Alle 24 Stunden geht die Sonne auf, alle 24 Stunden unter. In Wahrheit ist es natürlich die Erde, die sich einmal in 24 Stunden um ihre eigene Achse dreht. Das war aber nicht immer so.

Aus unserem Alltag sind wir es gewohnt, dass jede Drehung irgendwann einmal aufhört, wenn man keine Energie aufwendet, um die Bewegung aufrechtzuerhalten. Ein Kinderkreisel steht irgendwann still und fällt um. Das liegt aber nur daran, dass sich der Kreisel *innerhalb* der Erdatmosphäre bewegt und sich ständig an der Luft reibt. Die Erde selbst dreht sich im luftleeren Weltall. Hier gibt es keine Reibung, die die Erde bremsen könnte. Einmal in Drehung versetzt, sollte sie sich also immer weiter drehen. Das tut sie auch – immerhin rotiert sie schon seit 4,5 Milliarden Jahren. Aber die Erde wird langsamer, und schuld daran ist der Mond!

Würden wir nicht direkt vor unserer Haustür stehen, sondern am Strand eines Meeres, könnten wir die Gezeiten beobachten. Alle 12 bis 13 Stunden fällt beziehungsweise steigt der Meeresspiegel; wir nennen diese Phänomene „Ebbe“ und „Flut“. Grund dafür ist die Anziehungskraft des Mondes. Oft hört man, der Mond würde das Wasser der Erde anziehen und so einen Flutberg erzeugen. Und da sich die Erde ja um ihre Achse dreht, wandere der Flutberg aus unserer Sicht jeden Tag einmal um sie herum. Diese einfache Erklärung ist aber falsch. Wäre es tatsächlich so, gäbe es nur eine Flut pro Tag. Wir

beobachten aber zwei. Es gibt nicht nur einen Flutberg, der sich direkt *unter* dem Mond befindet, sondern einen zweiten, genau auf der gegenüberliegenden Seite der Erde. Die Sache mit Ebbe und Flut ist also ein klein wenig komplizierter...

Um die Gezeiten zu verstehen, müssen wir uns daran erinnern, dass die Gravitationskraft eine Kraft ist, die mit dem Abstand immer kleiner wird. Der Zusammenhang zwischen der Stärke der Kraft und dem Abstand ist „quadratisch“. Das bedeutet: Verdoppelt man den Abstand zwischen zwei Objekten, so ist die Kraft zwischen ihnen nicht doppelt so klein wie zuvor, sondern viermal so klein (zwei zum Quadrat ergibt vier). Verdreifacht man den Abstand, ist die Kraft neunmal so gering (drei zum Quadrat ergibt neun) und so weiter. Die Entfernung spielt also eine wichtige Rolle, wenn wir wissen wollen, welche Kraft der Mond auf die Erde ausübt. Es gibt auf der Erdoberfläche zu jeder Zeit einen Punkt, der dem Mond am nächsten ist. Ignorieren wir einmal hohe Berge, dann ist das immer der Punkt, der dem Mond genau gegenüberliegt. Da wir hier dem Mond am nächsten sind, wirkt an diesem Ort auch die größte Gravitationskraft. Genau auf der anderen Seite des Globus liegt der Punkt, der am weitesten vom Mond entfernt ist, Er befindet sich knapp 13.000 Kilometer weiter entfernt, und diese zusätzliche Entfernung sorgt dafür, dass die Anziehungskraft des Mondes hier geringer ist. Die Erde wird also auf der einen Seite stärker zum Mond hingezogen als auf der gegenüberliegenden Seite.

Die Gravitationskraft ist nie einseitig. Jeder Himmelskörper zieht jeden anderen Himmelskörper an. Wenn wir sagen: „Der Mond bewegt sich um die Erde“, dann ist das eigentlich nicht völlig korrekt. Der Mond wird von der Erde und die Erde vom Mond angezogen. Daher umkreisen beide Himmelskörper ihren gemeinsamen Schwerpunkt, so wie zwei Eiskunstläufer, die sich an den Händen halten und im Kreis drehen. Wären Erde und Mond genau gleich schwer, dann würden sie ebenfalls um einen Punkt kreisen, der genau in der Mitte zwischen ihnen liegt. Die Erde ist aber viel schwerer als der Mond. Der Schwerpunkt liegt also sehr viel näher an der Erde. Genau genommen liegt er nur 4.700 Kilometer vom Erdmittelpunkt