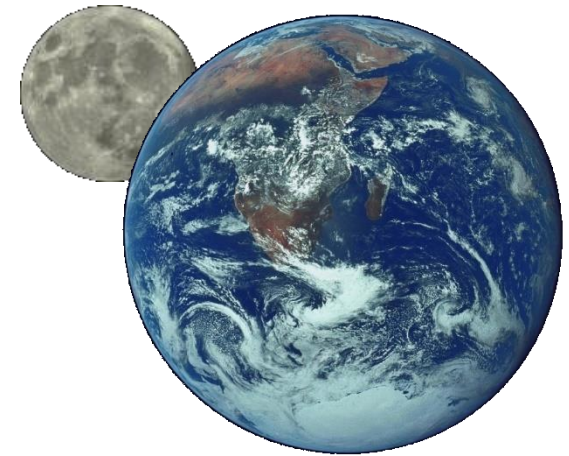


Das Sonnensystem



Erde und Mond

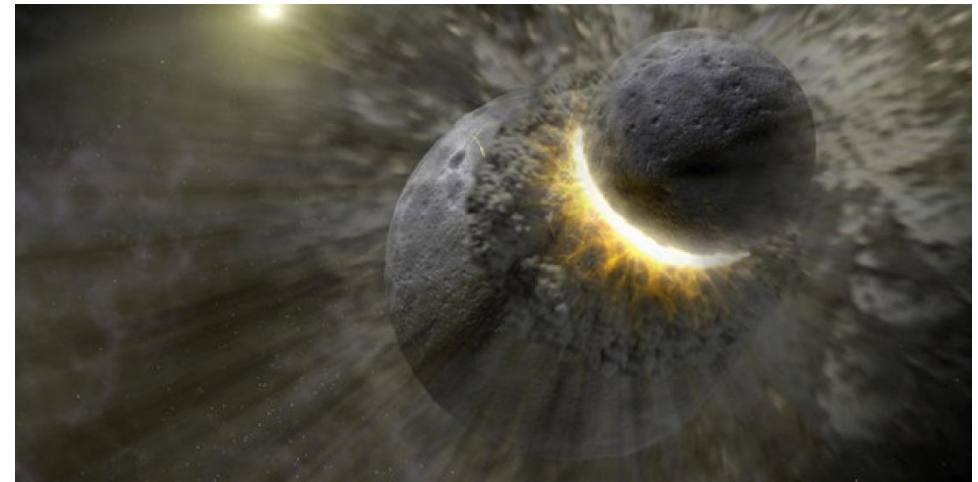


- *Der Mond war nicht schon immer da*
- *Das Licht des Mondes*
- *Erde ohne Mond? – undenkbar!*
- *Von Neumond bis Neumond*
- *'Geh mir aus der Sonne, Erde!' – sprach der Mond*
- *'Geh mir aus der Sonne, Mond!' – sprach die Erde*
- *Wie der Mond den Fischen das Laufen beibrachte – Ebbe und Flut*

Der Mond war nicht schon immer da

Es steht fest, dass der Mond nicht gemeinsam mit der Erde entstanden ist. Die paarweise Entstehung der Himmelskörper ist in dem Chaos, das damals geherrscht haben muss nicht vorstellbar. Aber wie kam dann die Erde zu ihrem Mond? Zumal der Mond kein kleines Exemplar ist. Im Verhältnis zur Größe der Erde ist es der größte Mond im Sonnensystem. Deshalb spricht man auch vom „Erde/Mond-System“.

Manche glauben, er sei einfach zugelaufen, bzw. wurde von der Erde eingefangen. Eine andere gute Idee ist die Tropfen-Theorie. Sie be-



Entstand bei diesem Supercrash der Mond? Künstlerische Darstellung NASA

sagt, dass die glühende und noch formbare Erde so schnell um ihre eigene Achse rotierte, dass sich ein Tropfen glühender Materie von der Erde gelöst hat und so zum Mond wurde. Aus verschiedenen Gründen wird dies aber als eher unwahrscheinlich verworfen. Viele weitere Theorien schwirren in den Köpfen der Forscher herum. Aber eine davon hat eine größere Wahrscheinlichkeit, richtig zu

sein, nämlich die Crash-Theorie. Die besagt, dass in den Frühzeiten der Erde, als der Planet noch eine glühend-flüssige Erdkruste hatte, ein großer Himmelskörper die Erde gestreift hat. Der Störenfried muss wirklich groß gewesen sein, etwa so groß wie der Mars, der ja bekanntlich ungefähr halb so groß ist wie die Erde. Ein direkter Einschlag hätte beide Himmelskörper wohl zerstört. Es muss also ein Streifschuss gewesen sein. Hierbei wurden aus beiden Planeten Material herausgerissen, das fortan die Erde auf einer schnellen und engen Bahn umkreiste und sich recht zügig zu einem eigenen Himmelskörper zusammengeballt hat.

Das Erde/Mond-System war geboren. Noch ein „aber“ zum Schluss: Aber es ist nur eine Theorie, man weiß bis heute nicht genau wie der Mond entstanden ist. [Nach oben >>](#)

Das Licht des Mondes

Im Teleskop erscheint der Vollmond so hell, dass man einen Filter verwenden sollte, damit das Auge nicht nach dem Blick durchs Okular viele Minuten lang für andere Himmelsbeobachtungen ausfällt. Es ist aber nicht sein eigenes Licht, das auf der Erde in so mancher Nacht die romantisch veranlagten Menschen unter uns ins Schwärmen bringt. Es ist das Licht der Sonne das den Mond

derart erstrahlen lässt. Reflektiertes Licht also erhellt die Natur in den Vollmondnächten; so hell, dass es sogar Schatten wirft.

Das Licht des Mondes hat zahlreiche Auswirkungen auf biologische Vorgänge in der Natur. Ob die Schlaflosigkeit der Menschen bei Vollmond auch damit zu tun hat, ist sehr umstritten. Wissenschaftliche Beweise fehlen. Aber dennoch richten viele Lebewesen ihre Fortpflanzungsaktivitäten nach dem Vollmond aus. Einige Insektenarten schlüpfen nur in Nächten um den Vollmond herum. Sogar augenlose Lebewesen, wie die Polypen-Tierchen der Korallen zum Beispiel, nutzen das Licht des Vollmondes als Signal für die Fortpflanzung. Das riesige Gebiet des Great Barrier Reefs umfasst mehr als 350.000 km². Dennoch schwärmen Eier und Spermien in einer bestimmten Nacht bei Vollmond nahezu gleichzeitig in dem gesamten riesigen Bereich. Ein fantastisches Naturschauspiel. Das Licht des Mondes ist überwiegend polarisiertes Licht, das bedeutet, dass das Licht nur in einer Richtung schwingt. Mit einer polarisierten Sonnenbrille zum Beispiel blendet man damit Reflexionen aus. Vielleicht schon mal durchgeschaut? Nun, viele Tiere haben diese Sonnenbrille schon eingebaut und können die Reflexionsmuster des Mondlichtes sehen. Vor allem Tiere aus dem Insekten-Reich.

[Nach oben >>](#)

Erde ohne Mond? – Undenkbar!

Die Beziehung von Erde und Mond dauert nun schon viele Milliarden Jahre. Sie sind ein altes Ehepaar und finden sich immer noch anziehend. Kein Wunder, denn beide haben ja eine beachtliche Masse. Und hier liegt auch die Ursache für zahlreiche Effekte.

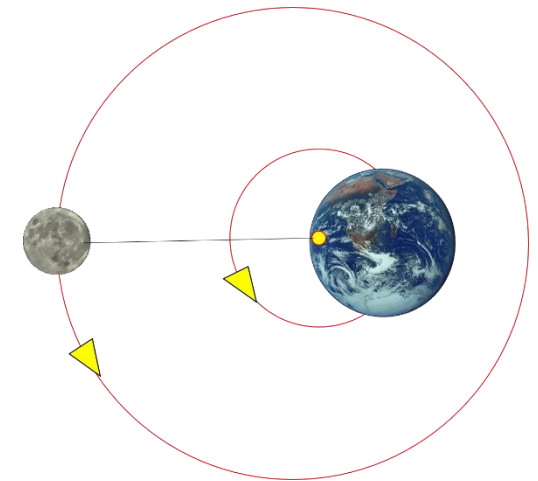
Immer der gleiche Anblick

Also erst einmal dreht sich der Mond um die Erde und zeigt dabei immer mit der gleichen Seite zur Erde. Er will also die Erde nicht aus den Augen lassen. Das liegt daran, dass der Mond in dem langen Zeitraum seit seiner Entstehung die Eigendrehung durch die Anziehungskraft der Erde immer weiter verlangsamte, bis er eine mit der Erde gebundenen Rotation einging. Er dreht sich nun während eines kompletten Erdumlaufs nur noch einmal um sich selbst.

Auf diese Weise zeigt er der Erde immer dieselbe Seite. Das ist ein übliches Mondverhalten. Alle großen Monde im Sonnensystem machen es auf die gleiche Weise.

Das System eiert

Die Abbildung zeigt eine ganz schöne Eierei. Denn während sich der Mond um die Erde dreht, dreht sich auch die Erde um den Mond. Hierbei beschreibt die Erde einen eigenen kleinen Kreis, denn das Zentrum der gemeinsamen Schwerkraft zwischen Erde und Mond liegt nicht im Erdmittelpunkt, sondern im Erdmantel. In der Abbildung haben wir etwas

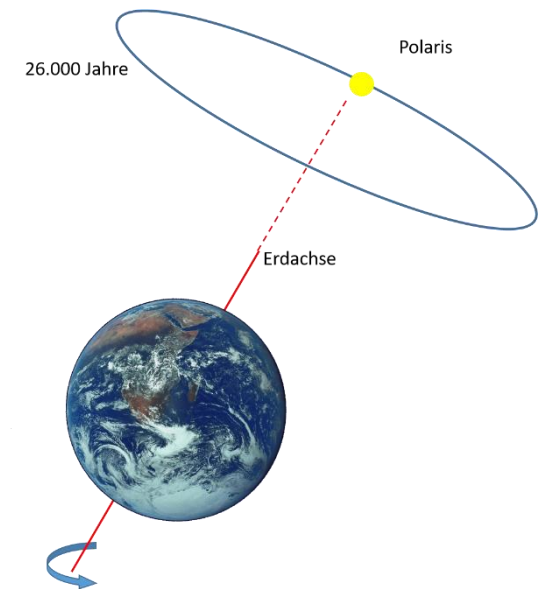


übertrieben, damit man besser sehen kann, was da vor sich geht. Die Erde verhält sich wie ein Hammerwerfer in der Leichtathletik; der Sportler hält die Kugel am ausgestreckten Arm während er sich um sich selbst dreht, dabei beschreiben seine Füße einen kleinen Kreis am Boden.

In der Abbildung auf Seite 5 sieht man auch, dass der Mond eine elliptische Bahn um die Erde bevorzugt. Das bringt in unterschiedliche Entfernungen zur Erde. Wenn er uns bei Vollmond sehr nahe ist, spricht man vom Blutmond. Ziemlich übertrieben, wenn man mich fragt.

Der Mond passt auf

Ein guter Freund zur rechten Zeit, ist das Beste was man sich wünschen kann. Vor allem dann, wenn man etwas Halt benötigt. Für die Erde auf der wir leben, ist der Mond ein solcher Freund. Denn die Erde benimmt sich wie ein Kreisel. Schon mal beobachtet? Häufig schwankt der Kreisel um seine Achse und beschreibt einen kleinen Kreis. Diese Bewegung vollführt auch die Erde. Sie steht schräg im Welt-
raum. Ungefähr $23,5^\circ$ gegen die Senkrechte ist die Erdachse gekippt. Nehmen wir an, die Erdachse wäre ein riesiger Laserpointer. Dann beschriebe dieser Laserpointer einen Kreis am Sternenhimmel, während der Planet so vor sich hin kreiselt. Zufällig trifft der Laserpointer zu unserer Zeit auf den Polarstern *Polaris*.



Doch wie man an der Beschriftung des blauen Kreises schon erkennen kann, dauert die Kreiselbewegung, die man Präzession nennt, ungefähr 26.000 Jahre. Die Zahl schwankt zwischen 25.700 und 28.500 Jahre. Und im Lauf dieser Jahre ändert sich der Sternenhimmel auf der Nordhalbkugel und auf der Südhalbkugel, weil die Erdachse ja langsam am Himmel entlang wandert.

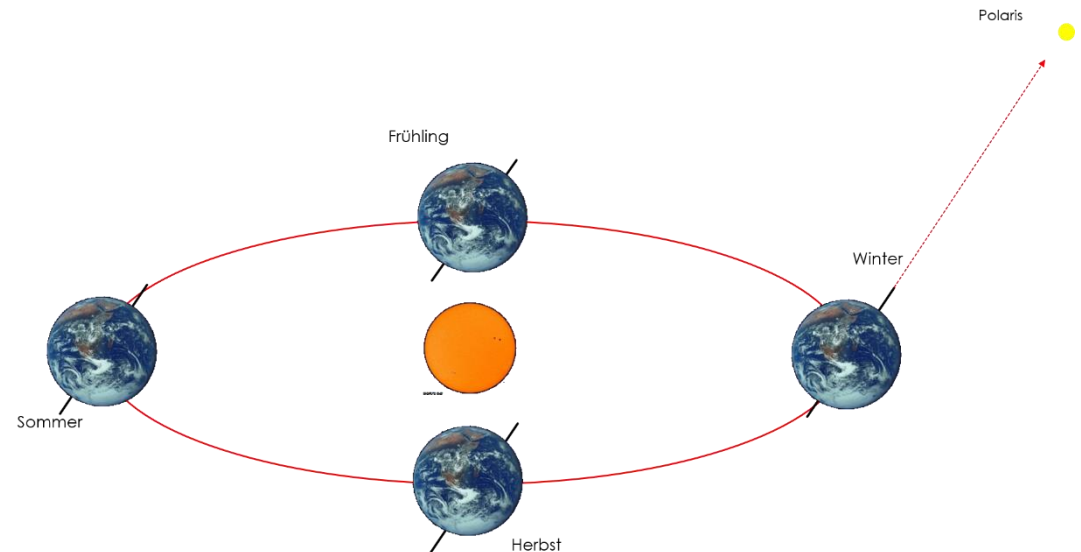
Sollen wir noch erzählen, wie es zu dieser Kreiselbewegung kommt? Na gut, es liegt daran, dass die Erde einen dicken Bauch hat. Sie ist um den Gürtel herum, ähnlich wie beim Autor dieser Geschichte, etwas dicker (die Betonung liegt auf „etwas“). Die gemeinsamen Gravitationskräfte von Mond und Sonne, die auf die eierförmige Erde einwirken (Gezeitenkräfte), wollen die Erde aufrichten. Die Tagesdrehung der Erde will dies verhindern und weicht den Gravitationskräften von Mond und Sonne aus und erzeugt hierbei die Wanderung des Himmelspols. Den Effekt kann man auch bei einem sich drehenden Kreisel nachvollziehen, wenn man ihn mit dem Finger anstupst. Das „Anstupfen“ übernehmen hier Mond und Sonne. Aber gleichzeitig wirkt sich die Schwerkraft des Mondes auch stabilisierend auf die Taumelbewegung der Erde aus. Wäre der Mond hier nicht zur Stelle, würde die Taumelbewegung sehr viel krasser ausfallen. Und da wir ja alle hoffentlich wissen, dass die Schiefe der Erdachse für die Jahreszeiten verantwortlich ist, würde sich eine stärkere Taumelbewegung der Erde auf unser Klima katastrophal auswirken. Für alle, die es vergessen haben: nein, die Erde ist der Sonne nicht näher, wenn es bei uns hier im Norden Sommer ist! Das Gegenteil ist

der Fall. Während des Sommers hier im Norden ist die Erde sogar etwas weiter von der Sonne entfernt als im Winter.

Wenn man das Bild genau betrachtet, dann sieht man, dass die Erdachse immer gleich schräg im Weltraum steht. Das ist entscheidend! So ist die Nordhalbkugel im Sommer zur Sonne geneigt und im Winter von ihr abgewendet. So steht die Sonne von der Erdoberfläche aus gesehen im Sommer höher und beschreibt einen längeren Bogen von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang. Mehr Licht und Wärme erreichen die frierenden Lebewesen hier auf der Erde. Freibad-Zeit. Die Erde zeigt also immer mit ihrer Drehachse auf den Polarstern, unabhängig davon, wo sie sich in ihrem Jahreslauf um die Sonne befindet.

Das ist das Geheimnis der Jahreszeiten, die auf der Südhalbkugel der Erde natürlich genau entgegengesetzt abspielen.

Zurück zur Rolle des Mondes in diesem Spiel. Wenn er nicht wäre, dann würde



die Achse der Erde über die Jahrtausende hinweg mal schief und mal weniger schief in den Himmel ragen und die Sonne würde im Sommer mal niedriger und mal höher stehen. Extreme Wetterkapriolen wären die Folge. Ob sich das Leben unter diesen Umständen so entwickelt hätte, wie wir es heute erleben, wäre mehr als fraglich. [Nach oben >>](#)

Von Neumond bis Neumond

Der Mond umkreist die Erde. Er tut dies auf einer nicht ganz kreisförmigen Bahn und ist deshalb der Erde mal näher, mal etwas weiter. Zur Erinnerung: Er dreht sich einmal um sich selbst, während er in 29,5 Tagen einmal die Erde umkreist. Auf diese Weise zeigt er der Erde immer dieselbe Seite. Bis der Mensch die Weltraumfahrt erfunden hat, wusste man nicht, wie die Rückseite des Mondes aussieht und ob dort Außerirdische eventuell eine riesige Station errichtet haben. Doch seit 1959 wissen wir Bescheid; keine Außerirdischen auf der Rückseite des Mondes.

Die Bahn des Mondes um die Erde ist nicht so einfach zu beschreiben, wie es den Anschein hat. Das zeigt sich schon bei der Zeitangabe für die Erdumkreisung. Die Zahl von 29,5 Tagen gilt nur für die Beleuchtungsphasen des Mondes, von der Erde aus gesehen. Seine wiederkehrende Stellung zu

den Sternen des Nachthimmels beträgt nur 27 Tage und 7 Stunden und 53 Minuten. Das liegt daran, dass sich die Erde in der Zeit eines Mondumlaufes auch selbst bewegt.

Eine korrekte Beschreibung der Bahn des Mondes um die Erde und beide gemeinsam um die Sonne, ist ziemlich kompliziert. Wer dies unbedingt genau wissen will, dem empfehlen wir, die wirklich gute Mondseite von Wikipedia, <https://de.wikipedia.org/wiki/Mond>, zu besuchen. Eine Warnung sei erlaubt; es geht dort wirklich ans Eingemachte.

Wir machen es uns etwas einfacher und werfen inzwischen mal einen Blick auf die Mondphasen. Mit etwas Vorstellungsvermögen kann man sich die Vorgänge leicht veranschaulichen. Der Mond umkreist die Erde, wird dabei von verschiedenen Seiten von der Sonne beleuchtet. Man nehme einen Tennisball und eine Taschenlampe und schon haben wir ein passendes Modell. Allerdings sei die Frage erlaubt, wie es mit den korrekten Bezeichnungen für die einzelnen Mondphasen aussieht, und ob man nach einem kurzen Blick auf die Mondsichel sicher sagen kann, ob es sich um einen zunehmenden Mond oder einen abnehmenden Mond handelt?

Zunehmend – oder?

Die folgende Abbildung kann hier Klarheit schaffen. Bei den Bezeichnungen der Mondphasen gibt es kleine Unterschiede zwischen dem Volksmund und den Astronomen. Klar, der Astronom muss natürlich seine Fachansprüche wahren (das hatten wir auch schon bei der Bezeichnung der scheinbaren Sonnenbahn; wir erinnern uns).

Die Phasen von Neumond bis Neumond dauern insgesamt 29,5 Tage. Der Neumond (1) wird von hinten von der Sonne beleuchtet deshalb ist er vorne dunkel. Dann wandert der Mond links um die Erde herum und wird dabei von rechts von der Sonne beleuchtet (2 und 3). Dann wird der Mond



genau von vorne an der Erde vorbei beleuchtet; die Sonne steht hierbei hinter der Erde und wir sehen einen Vollmond (4). Der Mond wandert weiter auf seiner Bahn und wird zunächst von links angestrahlt (5 und 6), und dann steht er wieder zwischen uns und der Sonne; es ist wieder Neumond.

Es gilt also 1 = Neumond; auf der Erde ist Tag. 2 = Mondsichel zunehmend, 3 = zunehmender Halbmond, 4 = Vollmond; auf der Erde ist Nacht, 5 = abnehmender Halbmond, 6 = Mondsichel abnehmend, 7 = Neumond. Man zählt die Phasen immer vom Neumond ausgehend.

Der Astronom nennt den zunehmenden Halbmond (3): erstes Viertel, und den abnehmenden Halbmond (5): letztes Viertel, weil der Mond zu diesen Phasen jeweils ein Viertel seiner Bahn zum zunehmenden bzw. abnehmenden Mond zurückgelegt hat.

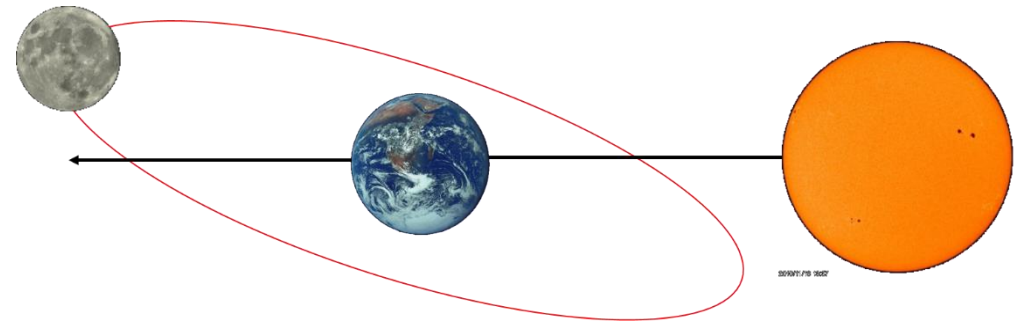
Hier noch ein Tipp um eine zunehmende oder abnehmende Mondsichel auf Anhieb zu erkennen:
Mond 2 = Klammer zu wie zunehmend und Mond 6 = Klammer auf wie abnehmend. [Nach oben >>](#)

‘Geh mir aus der Sonne, Erde!’ – sprach der Mond

„Geh mir aus der Sonne“ sagte im antiken Griechenland auch der Philosoph Diogenes, der in einem Weinfass lebte, zu Alexander dem Großen, als dieser ihm einen Wunsch erfüllen wollte. Nun, in unserem Fall spricht der Mond zur Erde. Und was könnte er wohl damit gemeint haben? Offenbar warf die Erde einen Schatten auf den Mond; so wie Alexander der Große einen Schatten auf Diogenes warf. Wenn die Erde einen Schatten auf den Mond wirft, kann dies erstens nur bei Vollmond geschehen, und zweitens ist es dann Nacht auf der Erde, denn, siehe Abschnitt Mondphasen, dann steht die Sonne hinter der Erde. Diese Konstellation der Himmelskörper findet aber bei jedem Mondumlauf statt, also pro Monat ungefähr einmal. Warum fällt der Schatten der Erde dann nicht in jedem Monat einmal auf den Mond? Stattdessen strahlt uns meistens der wunderschöne Vollmond an. Unser Bild auf Seite 13 gibt Aufschluss. Es ist eine Seitenansicht der Mondbahn um die Erde.

Wie wir sehen können, ist die Bahn des Mondes gegenüber der Ekliptik (schwarze Linie) gekippt. Das haben wir hier sehr stark übertrieben dargestellt; es sind ca. $5,2^\circ$. Meistens scheint also die

Sonne an der Erde vorbei und bestrahlt den Mond mit ihrem Licht, der uns sodann als Vollmond durch die Nacht begleitet. Wir sehen also, dass der



Mond auf seiner Bahn an zwei Stellen quasi unter die Ekliptik absteigt, bzw. nach einem halben Mondumlauf wieder aufsteigt. Nämlich genau da, wo sich die rote und schwarze Linie schneiden. Wenn der Mond auf seinem Weg in der Nähe der Ekliptik oder sogar genau darauf steht und sich dabei zufällig genau hinter der Erde befindet, dann wirft die Erde einen Schatten auf den Vollmond. Es ist Mondfinsternis!

Der Schatten der Erde

Bei der nächsten Abbildung auf Seite 14 sehen wir vier Stellungen des Mondes wobei nur eine Stellung eine Mondfinsternis produziert. In der oberen Hälfte der Abbildung schauen wir von oben auf die Bahnen des Mondes. Die blauen Linien stellen die Mondbahnen dar. Die Mondbahnen sind nicht kreisrund; damit das deutlich wird haben wir etwas übertrieben. Unten im Bild ist eine Seitenansicht dargestellt. Die schwarze Linie ist die Ekliptik.

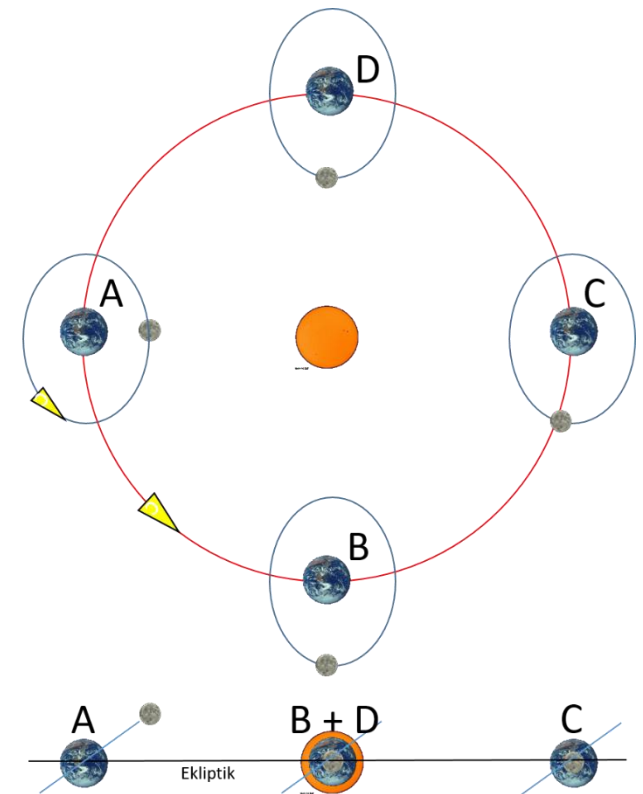
Nur zwei Abbildungen zeigen Mond, Erde und Sonne in Positionen, die Finsternisse erzeugen. Na,

schon herausgefunden? Richtig, es sind die Positionen **D** und **B**. Und welche von beiden stellt die Mondfinsternis dar? Klar, kann ja nur **B** sein. Hier beleuchtet die Sonne die Erde und der Mond befindet sich im Erdschatten. Wie die untere Darstellung zeigt, kann dies aber nur passieren, wenn sich der Mond zufällig in der Nähe oder genau auf der Ekliptik befindet. Die Stellung **D** zeigt eine Sonnenfinsternis. Hier fällt der Schatten des Mondes auf die Erde.

Das ist zwar auch in der Stellung **A** der Fall, aber wie wir in der unteren Zeichnung sehen, befindet sich der Mond in Wirklichkeit über der Ekliptik, so dass die Sonne am

Mond vorbei scheint und lediglich die Rückseite des Mondes beleuchtet. Es ist von der Erde aus gesehen Neumond.

In der Stellung **C** steht der Mond neben der Erde und kann so keinen Schatten auf die Erde werfen; also nix mit Finsternis.



Die Astrofotografen der AVL, der Astronomischen Vereinigung Lilienthal, haben sich die Mühe gemacht und eine Mondfinsternis in mehreren Phasen fotografiert. Hier sehen wir, wie der Neumond, der ja eigentlich dunkel ist, weil nur die Rückseite von der Sonne beschienen wird, in den Schatten eintritt, den die Erde in den Weltraum wirft. Wie entsteht das rote Licht auf dem Mond, wenn der



Neumond in den Erdschatten gerät? Machen wir mal wieder ein Gedankenexperiment. Wir stehen auf dem Mond und schauen uns während einer Mondfinsternis die Erde an. Es hilft bestimmt, wenn man sich hierzu noch mal die Stellung **B** auf der vorherigen Zeichnung ansieht. Die Scheibe der Erde verdeckt die Sonne. Es ist 'Neuerde' auf dem Mond. Die Erde ist dunkel. Aber dennoch ist sie ein wunderschöner Anblick, denn ein leuchtender Kranz umgibt sie. Es sieht so aus, als ob ein riesiger, leuchtender, hauchdünner Ring am Himmel stünde. Es ist die Lufthülle der Erde, die von der dahinter stehenden Sonne beleuchtet wird. Und genau dieses Licht bescheint den Mond, wenn

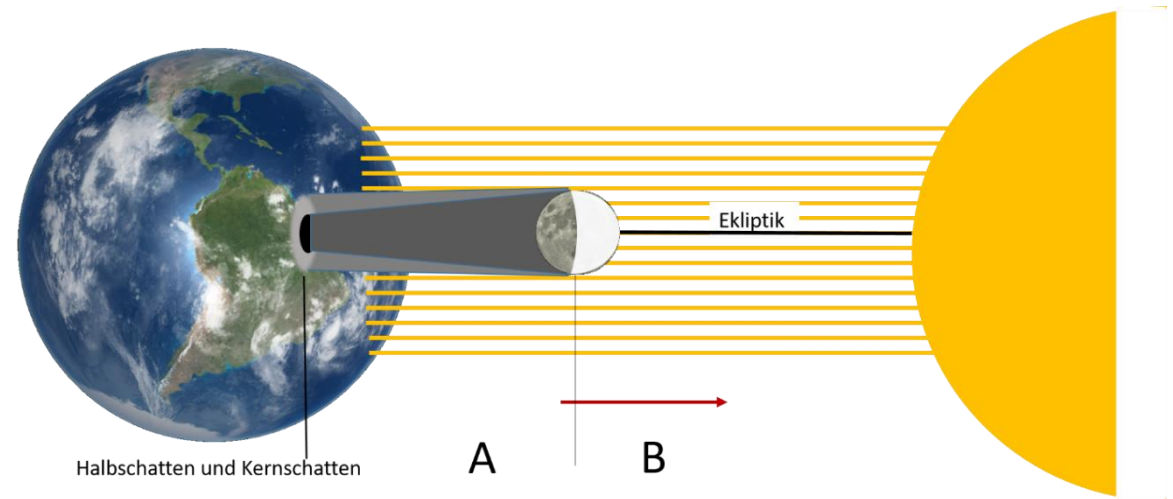
er sich im Schattend der Erde befindet. Das Bild oder vielmehr die Fotomontage von fünf Bildern, die Hans-Joachim Leue am 3. März 2007 aufgenommen hat, zeigt sehr schön, wie der Mond oben links in den Erdschatten eintritt und im fünften Bild, rechts unten, voll im Schatten steht und nun blutrot beleuchtet wird. Die leuchtende Atmosphäre der Erde erzeugt das wunderschöne Bild. Und warum leuchtet der Mond so rot? Das Sonnenlicht enthält alle Farben. Wenn es die Atmosphäre der Erde durchdringt, wird der blaue Anteil des Lichtes in der Erdatmosphäre viel stärker gestreut als das rote Licht. Es bleibt also vielmehr rotes Licht übrig, um den Mond zu bescheinen. Das war erst einmal genug Mondfinsternis. Schließlich gibt es ja auch einiges über die Sonnenfinsternis zu erzählen, bei der ja auch der Mond eine bedeutende Rolle spielt. [Nach oben >>](#)

‘Geh mir aus der Sonne, Mond!’ – sprach die Erde

Das Ereignis einer Sonnenfinsternis versteht man viel besser, wenn das Kapitel *Mondfinsternis* zuerst gelesen wird. Die beiden Himmelsereignisse haben nämlich die gleiche Ursache. Die Abbildung auf Seite 10 sei hier noch einmal empfohlen. Die Stellung von Mond und Erde die mit **D** bezeichnet ist, erklärt genau, was bei einer Sonnenfinsternis passiert.

Wieder muss der Mond in der Nähe oder auf der Ekliptik stehen, aber er muss sich diesmal

gleichzeitig zwischen Erde und Sonne befinden. Dann ergibt sich eine Sonnenfinsternis irgendwo auf dem Erdball. Die Abbildung auf dieser Seite zeigt den Vorgang. Der



Schatten, den der Mond auf die Erde wirft, ist natürlich viel kleiner als der Schatten der Erde, der bei einer Mondfinsternis den Mond bedeckt. Deshalb ist nur ein kleiner Teil der Erdoberfläche von der Sonnenfinsternis betroffen. Dafür zieht der Schatten aber eine Spur über die Landschaft. Viele Menschen reisen dann an den Ort, wo der Kernschatten, so nennt man den Bereich in dem eine totale Finsternis zu sehen ist, über das Land ziehen wird. Zwischen 1 und 3 Minuten dauert in der Regel eine Finsternis. Eine kurze Zeitspanne, die es aber in sich hat. Gänsehaut ist garantiert. Die Vögel stellen das Zwitschern ein und die Welt hält den Atem an. Die Menschen klatschen und

jubeln. Tolles Erlebnis, das wir jedem wünschen. Leider sind totale Sonnenfinsternisse nicht so häufig wie Mondfinsternisse. In Bremen wird die nächste Sonnenfinsternis erst im 22. Jahrhundert erwartet.

Wie die Abbildung auf Seite 17 zeigt, wirft der Mond einen Halbschatten, hellgraue Fläche, und einen kleineren Kernschatten, schwarze Fläche. Befindet man sich auf der Erdoberfläche im Bereich der hellgrauen Fläche sieht man nur eine Teilbedeckung der Sonne durch den Mond. Man spricht dann von einer partiellen Sonnenfinsternis.

Es ist übrigens purer Zufall, dass uns der Mond hin und wieder eine totale Sonnenfinsternis beschert. Er ist nur zufällig so groß und gleichzeitig so weit von der Erde entfernt, dass er die Sonnenscheibe bei einer totalen Finsternis derart exakt bedeckt, dass man die strahlende Atmosphäre, die Korona, der Sonne aufleuchten sieht, die sonst von der Leuchtkraft der Sonne überstrahlt wird. Wir wissen aber, dass der Mond nicht immer gleichweit von der Erde seine Bahn zieht. Manchmal ist er auch weiter entfernt. Dann bedeckt er die Sonnenscheibe nicht vollständig und es bleibt ein schmaler Rand rings um den Mond übrig. Wir sehen dann eine ringförmige Sonnenfinsternis. Wir haben auf der Abbildung Seite 17 für diese Positionen des Mondes die beiden Buchstaben **A** und **B** eingetragen. In der Position **B** ist der Mond nicht mehr groß genug, um die Sonnenscheibe vollständig zu bedecken.

Am 10. März 2013, hat Alexander Alin, ein Mitglied der AVL Astronomischen Vereinigung Lilienthal, in Australien eine ringförmige Sonnenfinsternis fotografiert. Bei Alins Bild war der Mond also weiter von der Erde entfernt. Es ist nur ein Ausschnitt einer ganzen Bilderserie über diese



Totale Sonnenfinsternis am 21. August 2017 in den USA. Sehr schön zu sehen die Korona der Sonne. Bild NASA



Ringförmige Sonnenfinsternis, 10. März 2013 Australien. Foto von Alexander Alin

Sonnenfinsternis. Das zweite Bild zeigt eine totale Sonnenfinsternis. Hier stammt das Bild von der NASA und wurde am 21. August 2017 in den USA aufgenommen.

[Nach oben >>](#)

Wie der Mond den Fischen das Laufen beibrachte – Ebbe und Flut

Es ist schön an der See. Wenn nur nicht immer das Wasser gerade dann weg wäre, wenn man Lust verspürt am Strand spazieren zu gehen. Dabei könnte man es eigentlich schon vorher wissen. Im Tide-Kalender steht es schwarz auf weiß, wann das Wasser da ist und wann es gerade abwesend ist; und zwar für jeden Ort an unserer schönen Nordseeküste. Aber wer hat schon einen Tide-Kalender dabei, wenn man spontan Bock auf See hat.

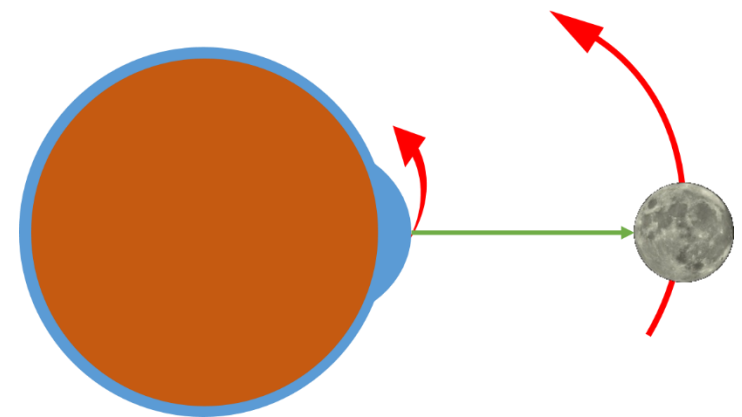
Nur damit keine Missverständnisse aufkommen: Die Tide gibt es an jeder Küste auf unserer schönen blauen Erde und nicht nur bei uns an der Nordsee. Aber je nach Lage der Küste und abhängig von der Ufer-Beschaffenheit, flach oder steil, sieht man die Tide mal mehr oder mal weniger deutlich. Wir haben das Glück, dass bei uns an der Nordsee die Ufer sehr flach sind. So können wir beobachten, dass das Wasser bei Ebbe sehr weit abläuft und oft gar nicht mehr zu sehen ist. Dafür sehen wir dann eine einmalige Landschaft mit ganz speziellen Lebewesen: das Watt.

Übrigens: „Tide“ ist plattdeutsch, und auf hochdeutsch nennen wir die Erscheinung von Ebbe und Flut auch die „Gezeiten“. Von Flut zu Flut dauert es ungefähr 12 Stunden und 26 Minuten. Dann kommt das Wasser vorbei und schaut, ob wir Menschen noch da sind, und wenn es diese Wesen zu Gesicht bekommt verschwindet es wieder.

Wie kommen Ebbe und Flut zustande? Wir ahnen es schon: der Mond ist auch hier im Spiel; besser gesagt: die Schwerkraft des Mondes.

Die gängige Kurzfassung einer Erklärung für Ebbe und Flut lautet: Der Mond zieht am Wasser der Meere. Dort ist dann ein Wasserberg und an der Küste fehlt dann das Wasser. Das kann aber nicht alles sein. Merkt man schnell selber – oder? Das ist bestenfalls eine Erklärung für die Ebbe. Was ist dann mit der Flut? Verschwindet der Mond plötzlich, und der Wasserberg fällt wieder in sich zusammen? Nein, natürlich nicht. Der Mond bleibt am Himmel.

Aber hier ein Tipp: Der Mond umläuft die Erde. Ist das hilfreich? Wenn der Mond um die Erde wandert, nimmt er dann den Wasserberg mit? Ja, genau so ist es. Am besten machen wir wieder ein Gedankenexperiment und stellen uns die Erde als eine blanke Kugel ohne Land und Berge vor. Eine blanke Kugel nur mit Wasser bedeckt. Jetzt sehen wir, dass auf der mondzugewandten Seite der Erde tatsächlich ein Wasserberg steht – ist zwar nur ca. 30 cm hoch, aber immerhin. Und wir bemerken, dass der Mond bei seinem Umlauf um die

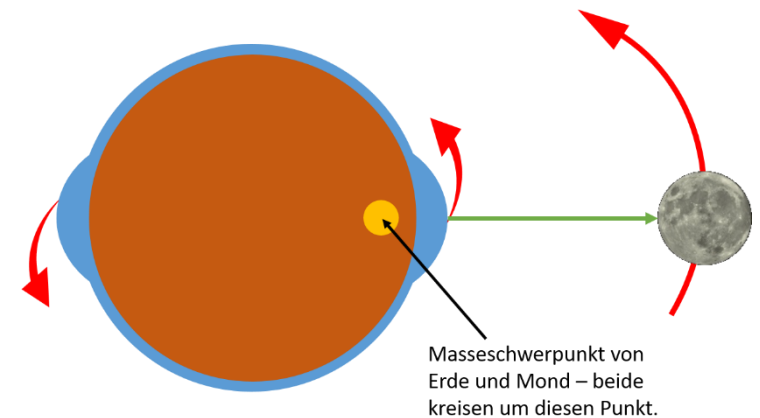


Erde den Wasserberg mitnimmt. Das Bild zeigt, was gemeint ist – wie immer etwas übertrieben damit man es besser versteht.

Der Wasserberg wandert also mit dem Mond um die Erde. Nach 28 Tagen ist er wieder an seinem Ausgangspunkt angekommen. Soweit alles klar?

Ach, wenn doch alles so einfach wäre. Aber keine Bange, es wird schwieriger, denn unser Beispiel ist noch nicht einmal die halbe Wahrheit.

Zunächst einmal: Es gibt zwei Wasserberge! Genau dem ersten Wasserberg gegenüber ist ein zweiter Wasserberg zu finden. Wie das? Wir sehen auf diesem Bild noch einen „Masseschwerpunkt“ eingezeichnet. Um diesen Punkt dreht sich das Erde/Mond-System. Die Erde dreht sich mitsamt dem Mond um diesen Punkt herum.

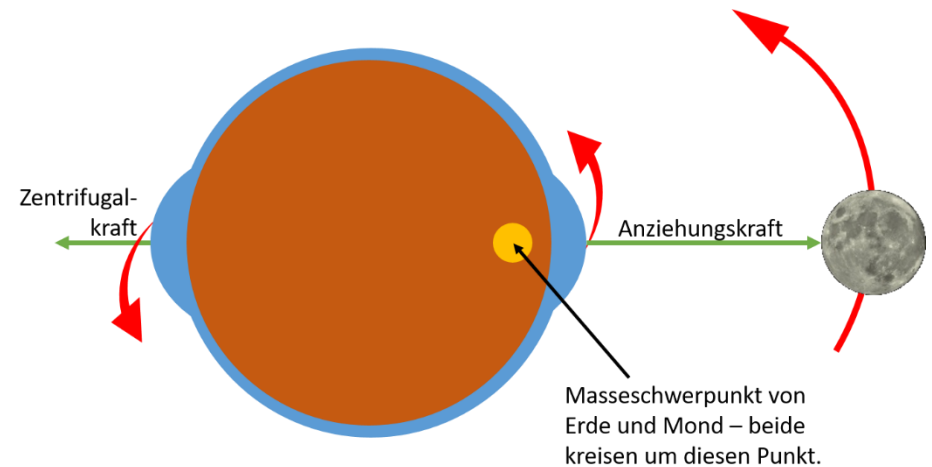


Wir stellen uns eine flache Schüssel vor, die mit etwas Wasser gefüllt ist. Diese Schüssel stellen wir auf unsere Handfläche. Jetzt machen wir mit der Handfläche eine Kreisbewegung. Wir sehen, wie das Wasser in der Schüssel an der Außenseite die Wände hochsteigt und um die Innenseite der Schüssel mit der Drehung wandert. Es ist die Zentrifugalkraft die das Wasser auf einer Seite nach

außen zieht. Genau so entsteht der zweite Flutberg.

Der erste Flutberg oder Wasserberg entsteht durch die Anziehungskraft des Mondes und der zweite Flutberg durch die Zentrifugalkraft. Und die entsteht durch die Eierei der Erde

um den Masseschwerpunkt. Gäbe es also den Mond nicht, dann gäbe es auch beide Flutberge nicht. Das Bild hier auf dieser Seite zeigt jetzt auch die Zentrifugalkraft an. Und vor allen Dingen auch, dass zwischen den beiden Wasserbergen (oder Flutbergen) Ebbe ist. Dort steht weniger Wasser. Beide Flutberge und die Ebbe dazwischen wandern also gemeinsam um unseren Erdball herum.



12 Stunden von Flut zu Flut

Aber halt: Noch ist unser Modell für Ebbe und Flut nicht fertig. Unsere bisherigen Beispiele erklären nur die Entstehung der beiden Flutberge. Wir wissen aber, dass unser Globus keine nackte Kugel ist. Und wir wissen auch, dass nicht nur alle 28 Tage Flut ist, sondern zweimal am Tag! In unseren bisherigen Abbildungen entstand die Bewegung des Wassers *nur* durch die Bewegung des Mondes um die Erde herum, die ja bekanntlich 28 Tage dauert. In Wirklichkeit dreht sich aber auch

die Erde mitsamt ihren Ozeanen in 24 Stunden einmal um sich selbst. Die Erde bewegt ihre Ozeane einmal in 24 Stunden unter dem Mond hinweg, während der Mond in 28 Tagen einmal die Erde umkreist. Die Erde sorgt also dafür, dass während ihrer Drehung um sich selbst, das Wasser des Meeres den mond nächsten Punkt erreicht, so dass es durch die Anziehungskraft des Mondes einen Berg bildet, der aber entgegen der Drehung der Erde über die Oberfläche des Meeres wandert. Und weil die Erde keine blanke Kugel ist, sondern die Ozeane irgendwo auf die Küsten der Länder treffen, schwappt der Flutberg aufgrund der Erddrehung an die Küste oder besser gesagt: die Erddrehung bewegt die Küste auf den Flutberg zu. Auf der anderen Seite des Ozeans ist dann folgerichtig Ebbe weil hier das Wasser fehlt, das auf der anderen Seite des Ozeans an die Küste schwappt.

Noch ein Gedankenexperiment zur Verdeutlichung: Wir stellen uns vor, Erde und Mond stünden still: keinerlei Erddrehung und keine Mondbewegung. Und nehmen wir weiterhin an, der Mond stünde zufällig über dem Atlantik. Was passiert mit dem Wasser und wo sind gerade Ebbe und Flut? Richtig, der Flutberg, der durch die Anziehungskraft des Mondes entstanden ist steht still auf der Mitte des Atlantiks und an allen Küsten des Atlantiks ist ein klein wenig Ebbe. Von einem zweiten Flutberg auf der gegenüberliegenden Seite der Erde ist jetzt nichts zu sehen, weil die Erde in

unserem Gedankenexperiment still steht; also gibt es auch keine Fliehkraft, die den zweiten Flutberg entstehen ließe. Jetzt bewegen wir die Erde wieder und die Küsten im Westen des Atlantiks treffen auf den Flutberg; hier ist jetzt Flut.

Wir beenden das Gedankenexperiment, und die Erde dreht sich weiter um sich selbst und um den Mond, und der Mond zieht ebenfalls wieder seine Bahn. Aufgrund der Erddrehung erreichen Mond und Flutberg irgendwann das Land, das Wasser läuft wieder zurück und ruft uns zu: „In 12 Stunden und 26 Minuten kommt der zweite Flutberg!“ – der, wie wir inzwischen wissen, durch die Zentrifugalkraft, gebräuchlicher ist der Begriff „Fliehkraft“, wegen der Drehung der Erde um den Mond entstanden ist.

Wann kommt die Flut?

Noch ein Wort zu den Zeiten von Ebbe und Flut, die wir im Tide-Kalender finden: Würde der Mond immer an derselben Stelle des Himmels stehen, hätten wir am selben Ort, beispielsweise auf Spiekeroog, exakt alle 12 Stunden zur jeweils gleichen Uhrzeit Hochwasser – also beispielsweise um 10 Uhr vormittags und um 22 Uhr am Abend. Da könnte man die Fähren zu den Inseln unserer Nordsee, die ja bei Ebbe nicht fahren können, sehr gut planen. Der Mond wandert aber während der 24-stündigen Tagesdrehung der Erde ein kleines Stückchen weiter. Wie gesagt, der gute alte Mond braucht ja 28 Tage für die Strecke um die Erde. Er steht also nach einer Erdumdrehung nicht mehr an derselben Stelle. Es ergibt sich eine Verzögerung von 52 Minuten; pro Flutberg 26 Minuten. So

verschieben sich die Uhrzeiten für Ebbe und Flut täglich 2x um jeweils 26 Minuten. Deshalb muss man vorher in den Tide-Kalender schauen, wenn man seine Oma auf Spiekeroog besuchen will. Die Fähren fahren bei uns an der Nordseeküste wegen des flachen Wassers nur bei Flut. Der Fahrplan wandert also um das Zifferblatt der Uhr.

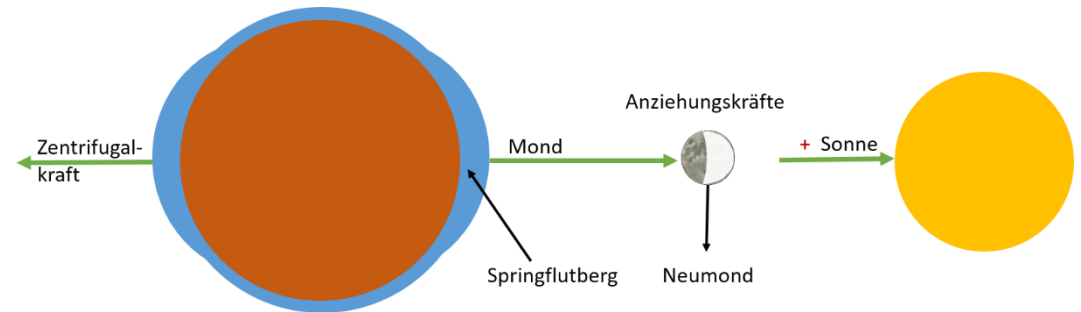
Die Sonne kommt ins Spiel

Puh, fast geschafft; der Autor wischt sich den Schweiß von der Stirn. Das Schwierigste haben wir hinter uns. Interessiert es jetzt noch irgendjemanden, dass die Sonne hier auch noch ein Wörtchen mitzureden hat? OK, schalten wir das Radio ein. Da hören wir im Wetterbericht unter anderem: „Heute Nacht wird das mittlere Hochwasser 50 cm über normal steigen“ (für unsere Leserinnen und Leser aus Frankfurt, Hannover, München usw.: diese Information ist nur für Küstenbewohner bestimmt, wobei die Bewohner der Orte am Bodensee nicht dazu gehören).

Diese Meldung kündigt eine Springflut an. Wenn Sonne, Mond und Erde in einer Reihe stehen, ist mal der dem Mond zugewandte Flutberg höher (Neumond) und mal der dem Mond abgewandte Flutberg (Vollmond) höher, weil auch die Sonne am Wasser zieht, zwar nur halb so kräftig wie der Mond, aber immerhin. Sonne, Mond und Erde stehen immer dann in einer Reihe, wenn wir den Vollmond oder den Neumond sehen. Die beiden Abbildungen auf der nächsten Seite zeigen uns genau was da vorgeht.

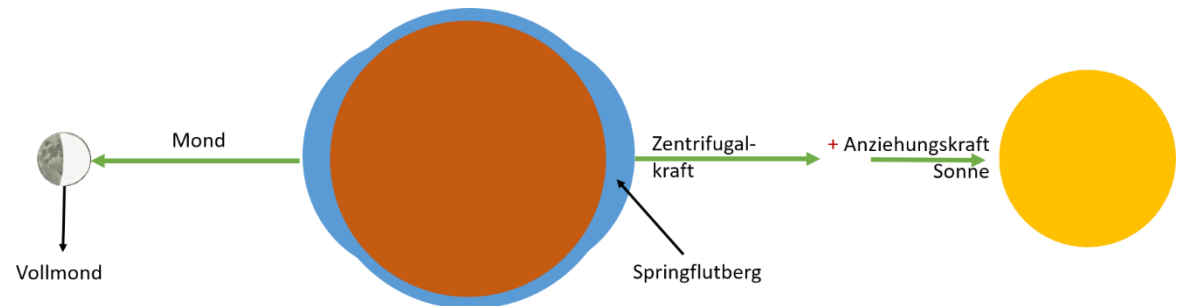
Die erste Abbildung zeigt die Neumond-Phase. Die Anziehungskraft des Mondes addiert sich zu der

Anziehungskraft der Sonne; der Flutberg wird höher. Als Folge steigt der Wasserspiegel des Höchstwasserstandes bei Flut.



Und auch die Ebbe fällt dann logischerweise deutlicher aus. Das nächste Bild zeigt die Vollmond-Phase. Hier addiert sich die Anziehungskraft der Sonne zur Zentrifugalkraft, die ja den zweiten Flutberg erzeugt.

Es hilft bestimmt, wenn man sich den Abschnitt „Mondphasen“ noch einmal vornimmt. So kann



man sich die Begriffe Neumond und Vollmond noch einmal vor Augen führen. Und dann gibt es ja noch die Halbmondphasen. In den Halbmondphasen steht die Sonne im rechten Winkel zu Erde und Mond. Auch hier wirkt die Schwerkraft der Sonne auf den Tidenstand. Und zwar derart, dass

der Anziehungskraft des Mondes und der Zentrifugalkraft die Anziehungskraft der Sonne entgegenwirkt. So dass der normale Höchstwasserstand diesmal niedriger ausfällt. Man spricht jetzt nicht von einer Springtide sondern einer Nipptide. Wasser ist träge und deshalb wirken sich Spring- und Nipptide bei uns an der Nordsee ungefähr erst drei Tage nach Neu- bzw. Vollmond aus.

Jetzt haben wir alle Erklärungen für Ebbe und Flut beieinander. Wir müssen nur noch erklären, wie es kam, dass der Mond den Fischen Beine machte.

Das Leben passt sich an

Ebbe und Flut erzeugen am Ufer Landschaften, die große Herausforderungen an die dort lebenden Tiere und Pflanzen stellen. Schließlich müssen sie sowohl mit dem Wasser als auch mit der Luft klarkommen. Die Biologen glauben, dass sich durch die ständig wechselnden Wasserstände zwischen Ebbe und Flut in den Ufergebieten vor vielen Millionen Jahren die Lebewesen, die ursprünglich ausschließlich im Wasser lebten, an die besonderen Bedingungen, die das Leben an Land stellt, angepasst haben. Die ufernahen Lebewesen mussten lernen, mit der regelmäßigen Trockenheit des Landes klarzukommen, denn oft war ihnen der Rückweg zum Wasser durch die Geländeformen am Ufer abgeschnitten. So bildeten bestimmte Tierformen Lungen und Beine aus und blieben schließlich nach Millionen Jahre dauernder Entwicklung an Land.

Wir haben in diesem Beitrag erfahren, dass Mond und Erde eine Einheit sind und, dass die beiden Himmelskörper einander beeinflussen. Der Mond hat Einfluss auf die Entwicklung des Lebens auf der Erde genommen. Der Mond stabilisiert die Erdachse, was wiederum das Klima auf der Erde positiv beeinflusst. Unser Mond ist der schwerste Mond im Sonnensystem und im Verhältnis zur Größe seines Mutterplaneten auch der größte Mond. Seine Herkunft ist zwar noch nicht ganz geklärt aber dennoch ist er uns kein Fremder. Was wären die Nächte ohne den Mond.

[Nach oben >>](#)

Text: Peter Kreuzberg, März 2018