

Der Mond entfernt sich 3.8 cm pro Jahr : der Mond läuft unserer Erde davon

Autor(en): **Roth, Hans**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **69 (2011)**

Heft 363

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-897204>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Der Mond entfernt sich 3.8 cm pro Jahr

Der Mond läuft unserer Erde davon

■ Von Hans Roth

Dass sich Erde und Mond gegenseitig anziehen, ist hinlänglich bekannt. An den Küsten der grossen Ozeane können wir die Auswirkungen dieser Kräfte in Form von Ebbe und Flut sogar sehen. Aber stimmt es, dass sich der Mond mit der Zeit von der Erde wegbewegt? Woher kommt das?

Die amerikanischen Astronauten (und auch sowjetische Sonden) haben auf dem Mond verschiedene Spiegel deponiert. Diese können Laserblitze reflektieren, und aus der Laufzeit der Laserimpulse für den Hin- und Rückweg kann die Distanz von der Erde zum Mond sehr präzise bestimmt werden. Dabei wurde gemessen, dass sich der Mond pro Jahr etwa um 3.8 cm von der Erde entfernt.

Unterschiedlicher Mondabstand

Das ist nicht ganz so einfach, wie es tönt. Die Berechnung der Mondposition ist sehr aufwendig. Beispielsweise verwenden wir für die Berechnung der Mondposition im Sternhimmel Näherungen, die trotz rund 500 Programmzeilen nur eine Genauigkeit von etwa 10 Bogensekunden ergeben. Die Berechnungsprobleme sind eine Folge des Einflusses der Sonne und der Planeten auf den Mond (und die Erde!). Alle diese Himmelskörper lenken den Mond von seiner Ellipsenbahn ab, die er beschreiben würde, wenn das System Erde – Mond von der Umwelt isoliert wäre. Die Distanz von der Erde zum Mond ist dabei recht unterschiedlich. Auch der kürzeste und der grösste Abstand, der während eines Mondumlaufs erreicht wird, variiert im Laufe der Zeit. JEAN MEEUS gibt für den Zeitraum 1500 bis 2500 als kürzesten Abstand 356'371 km (am 1. Januar 2257) und als grössten 406'720 km (am 7. Januar 2266) an. Aus den dauernd ändernden Distanzen muss also zuerst der "mittlere" Mondab-

stand ermittelt werden, bis man dessen Änderung bestimmen kann.

Reibungskräfte bremsen die Erde

Nun gilt dieses «Weglaufen» des Mondes als gesicherte Tatsache. Und eigentlich war niemand überrascht von diesen Messungen, hatte man doch das Resultat (auch in seiner Grössenordnung) so erwartet. Es ergibt sich nämlich direkt aus der Newtonschen Physik. Der Mond ist der Hauptverantwortliche für die Gezeiten. Flut und Ebbe entstehen durch die Anziehungskraft des Mondes, die auf die mondzugewandte Erdoberfläche etwas grösser, auf die entgegengesetzte Seite etwas schwächer wirkt als auf den Erdmittelpunkt. Dadurch wird der Erdkörper leicht auseinandergezogen. Die Meere können diesen Kräften besser nachgeben als das Festland, es entstehen zwei Flutberge. Das Wasser reagiert aber nicht momentan, wegen der Reibungskräfte bilden sich die Flutberge etwas verspätet und verlaufen sich auch nicht sofort. In der Abbildung 1 blicken wir von oben auf den Nordpol der Erde, die Flutberge und ihre «Verspätung» sind übertrieben gross gezeichnet. Die Reibungskräfte bremsen die Erde, die Rotationszeit der Erde wird dauernd länger. Das weiss man schon lange. Meeresfossilien mit Kalkanlagerungen in der Form von «Tagesringen» zeigen, dass ein Jahr früher einmal 400 Tage dauerte, die Tage also entsprechend kürzer sein mussten. Und aus historischen Zeiten haben wir Berichte von Sonnenfinsternissen, die mit der heutigen

Tageslänge zurückgerechnet gar nicht so hätten beobachtet werden können. Daraus ergab sich auch eine Grössenordnung der Tagesverlängerung. Sie macht pro Tag etwa 60 Nanosekunden aus, das sind in drei Millionen Jahren nur etwa eine Minute. Aber weil die Änderungen sich Tag für Tag addieren, hat sich die Erdrotation in den letzten 2000 Jahren mehr als 4 Stunden «verspätet». Für diese Verspätung ist also überwiegend der Mond verantwortlich. Das wird ihm von der Erde zurückgezahlt: sie beschleunigt ihn dafür. Dieser Effekt lässt sich relativ einfach ausrechnen durch den Drehimpulssatz (auch Drallsatz genannt). Das ist die Gesetzmässigkeit, die sich bei der pirouettendrehenden Eistänzerin zeigt. Wenn sie

Photo (c) by Eduard von Bergen

Profitieren Sie von unserer langjährigen Erfahrung in der visuellen und photographischen Astronomie.

Astro-Optik
GmbH
von Bergen

In unserem Sortiment finden Sie Artikel von:
**AOX - ASTRONOMIK - BACH VARD - BRESSER
 BU-OPTIK - CANON - CORONADO - FREEMEDIA
 GSO - HOFHEIM INSTRUMENTS - INTES MICRO
 KOSMOS - LUMICON - MEADE - MIVAUCHI
 NIKON - PWO - SKY PUB - SUH - STF - TELE VUE
 TELRAD - VIXEN - ZEISS**



www.fernrohr.ch

Eduard von Bergen dipl. Ing. FH
 CH-6060 Sarnen / Tel. ++41 (0)41 661 12 34

Photo (c) by Eduard von Bergen



Wir beraten vom Einsteiger bis zum Profi - Ihr Partner in der Schweiz!

die vorher ausgestreckten Arme ganz an den Körper zieht, dreht sie sich viel rascher um ihre Achse. Und wenn die Erde langsamer rotiert, muss dafür der Mond weiter weg gehen. Für besonders interessierte Leser schildern wir im nebenstehenden Kasten, wie man sich das vorstellen kann. Mit dem Drehimpulssatz lässt sich nun auch ausrechnen, wie weit sich der Mond von der Erde entfernen wird. Denn wenn die Erde nur noch so langsam dreht, dass sie dem Mond immer dieselbe Seite zuwendet, kommt der Prozess zum Stillstand. Die Rechnung ergibt einen «Endabstand» von 550'000 km. Das hat unter anderem zur Folge, dass es nur noch ringförmige Sonnenfinsternisse geben wird. Wenn der Mond nämlich 386'000 km oder mehr vom Erdmittelpunkt entfernt ist, kann er die Sonne auch im günstigsten Fall nicht mehr ganz verdecken. Nun, wir und die nächsten Generationen müssen da noch keine Befürchtungen hegen. Bewegt sich der Mond mit der heutigen Rate von der Erde weg, braucht er für jeden Kilometer 26'000 Jahre, und der Endabstand würde etwa zu der Zeit erreicht, da die Sonne sich aufbläht und das innere Sonnensystem verschluckt.

Hans Roth

Marktgasse 10a
CH-4310 Rheinfelden

Leserfragen



Brennt Ihnen eine astronomische Frage schon lange unter den Nägeln, auf die Sie keine Antwort wissen? – In der Rubrik «Nachgedacht - nachgefragt» beantworten wir gerne auch Ihre Frage.

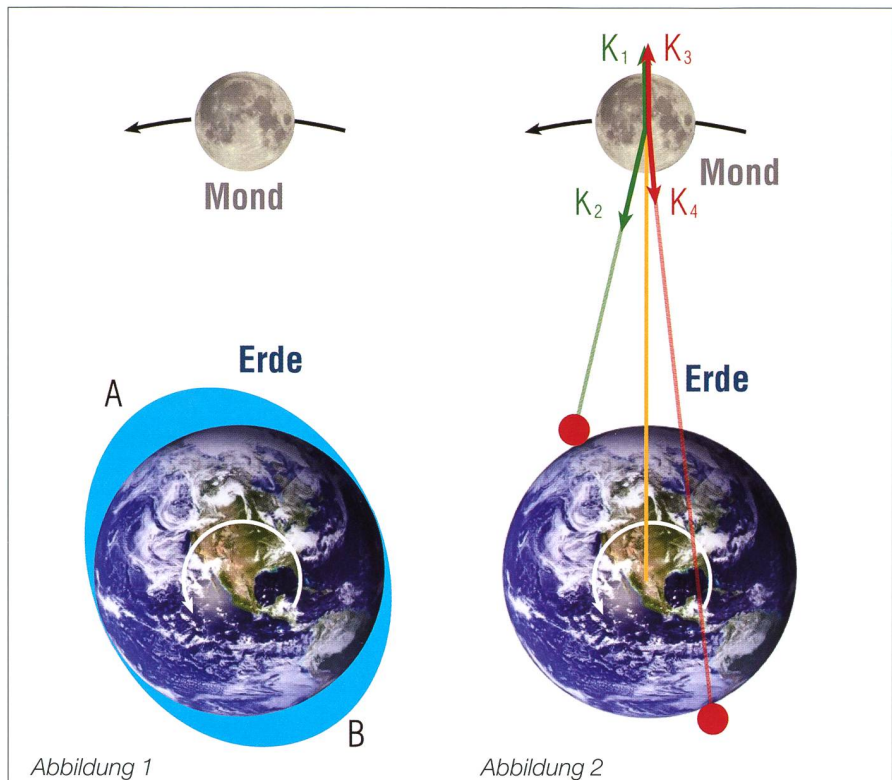


Abbildung 1

Abbildung 2

Wie die Erde den Mond beschleunigt

In der Abbildung 2 haben wir die beiden Flutberge durch zwei Kreise ersetzt. Betrachten wir den Flutberg A. Seine Masse wurde aus der Erdkugel entfernt, die Anziehungskraft auf den Mond verringert sich dadurch um die Kraft K_1 , die also vom Erdmittelpunkt weg zeigt. Dafür wird der Mond von der etwas grösseren Kraft K_2 angezogen, die aber in eine etwas andere Richtung zeigt (etwas nach "Osten"). Ähnlich ist der Beitrag des Flutberges B. Die Kraft K_3 entspricht der Kraft K_1 , aber die zusätzliche Kraft K_4 ist kleiner als K_2 , weil die Distanz grösser ist. Setzt man nun die vier Kräfte zusammen, ergibt sich eine kleine resultierende Kraft in der Richtung der Mondbewegung, der Mond wird also beschleunigt. Geschehe das durch einen einmaligen Anstoss, würde sich die Bahnellipse verlängern. Weil die Beschleunigung aber dauernd wirkt, wird die Mondbahn in alle Richtungen erweitert. Die mittlere Mondentfernung nimmt also allmählich zu.

Hier gilt übrigens auch das "Satellitenparadoxon": auf der weiter entfernten Bahn ist die Geschwindigkeit des Mondes kleiner. Die Zunahme der potentiellen Energie wird nur zur Hälfte durch die beschleunigende Kraft geleistet, die andere Hälfte entnimmt der Mond seiner kinetischen Energie. (hro)

Foto-Rätsel: Auflösung ORION 362



Wo wurde dieser Halbmond von FRED NICOLET fotografiert, lautete die Frage des Foto-Rätsels im ORION 362 auf Seite 35. Bis zum Redaktions-

schluss sandte PHILIPPE GRANDJEAN aus Biel seine Vermutung ein. Er tippte auf den nördlichen Polarkreis (Lofoten) und nannte den 1. September 2010 zwischen 06:00 und 07:00 Uhr Sommerzeit + 1 Stunde Zeitverschiebung als möglichen Aufnahmezeitpunkt. Blickrichtung: Süden. Gut kombiniert! Am 1. September 2010 stand der Mond in der Tat im letzten Viertel, allerdings hätte in Norwegen der Tag längst begonnen und der Mond wäre hoch am Him-

mel gestanden. Das Bild entstand auf Ostisland (65°18' N und 13°40' W), abends um 20:13 Uhr Isländische Sommerzeit (MESZ - 2 Stunden). Der abnehmende Mond stand zwischen Norden und Nordnordosten in der Abenddämmerung! Was wir hier haben, ist gewissermassen ein «Mitternachtshalbmond». PHILIPPE GRANDJEAN gewinnt für seine auf weiten Strecken korrekten Überlegungen den KOSMOS-Mondführer. Die ORION-Redaktion gratuliert dem Gewinner herzlich! (tba)