

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 68 (2010)  
**Heft:** 357

**Artikel:** Haiti und Chile : traurige Bestätigung : Syzygien und Erdbeben  
**Autor:** Keller, Hans-Ulrich  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-897971>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

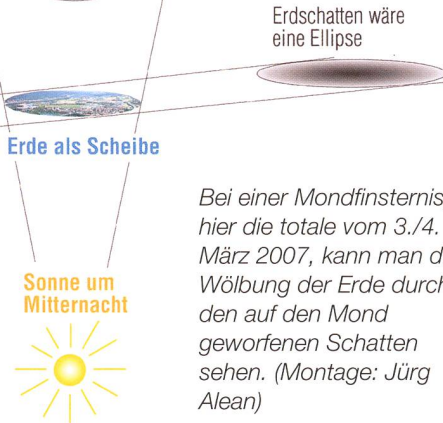
### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

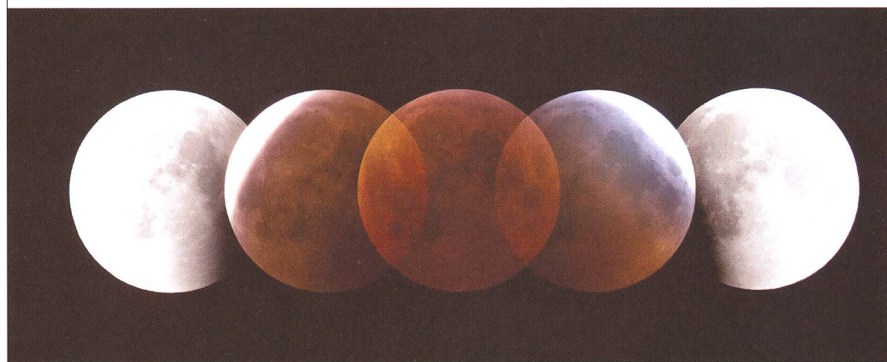
**Download PDF:** 02.02.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Abb. 3: Eigentlich hätten unsere Vorfahren merken müssen, dass eine scheibenförmige Erde nur um Mitternacht einen kreisrunden Schatten in den Raum werfen könnte. Kurz vor Sonnenauf- und nach Sonnenuntergang hätte dieser aber eine elliptische Form. (Grafik: Thomas Baer)



Bei einer Mondfinsternis, hier die totale vom 3./4. März 2007, kann man die Wölbung der Erde durch den auf den Mond geworfenen Schatten sehen. (Montage: Jürg Alean)



gar mit dem Flutberg vergleichen, indem man eine Anziehungskraft postuliert, die überall senkrecht nach oben wirkt und der das bewegliche Wasser stärker nachgibt als das Festland.

## Die Mondfinsternisse

In der Antike hat man aber aus astronomischen Beobachtungen auf die Kugelgestalt der Erde geschlossen. Man stellte fest, dass bei Mondfinsternissen der Erdschatten immer kreisförmig ist. Bei einer Mondfinsternis um Mitternacht würde auch eine scheibenförmige Erde einen Schatten werfen, der genau kreisrund ist. Findet die Finsternis aber gleich nach Sonnenuntergang (oder vor Sonnenaufgang) statt, wäre der Erdschatten eine Ellipse (Abbildung 3).

Da nun der Erdschatten auf dem Mond auch bei solchen Finsternissen kreisförmig begrenzt ist, muss der schattenwerfende Körper eine Kugel sein. Diese Erkenntnis war bei den Griechen verbreitet, auch PTOLEMÄUS bringt sie gleich zu Beginn seines «Almagest». Immer noch trifft man aber auf Zeitungsartikel, in denen die Kugelgestalt als Erkenntnis KOPERNIKUS' (1473 – 1543) geschildert wird. Aber bereits KOLUMBUS ging 1492 selbstverständlich von einer kugelförmigen Erde aus.

Die Auswertung von Mondfinsternissen befähigte die griechischen Denker auch zur richtigen Bestimmung der Entfernung des Mondes. Erst beim Problem der Sonnenentfernung kam man ohne Fernrohr noch nicht zum richtigen Wert.

## Hans Roth

Marktgasse 10a  
CH-4310 Rheinfelden



des, denn die Gezeitenbeschleunigung ist umgekehrt proportional der dritten Potenz der Entfernung.

## Haiti und Chile: Traurige Bestätigung

# Syzygien und Erdbeben

■ Von Hans-Ulrich Keller

Im ORION 1/10 wurden im Artikel «Spüren wir den Einfluss des Mondes» die stärksten Erdbeben mit den Syzygien in Beziehung gebracht. Nun haben sich die tragischen Erdbeben von Haiti und Chile um Neu- und Vollmond – letzterer nahe des Perigäums – herum ereignet – eine Bestätigung unserer Aussage, auf die wir gerne verzichtet hätten.

Die differenzielle Gravitationswirkung des Mondes auf die einzelnen Punkte der Erde bewirkt die Erscheinung der Gezeiten. Dabei entstehen nicht nur die bekannten Phänomene wie Ebbe und Flut der Weltmeere. Die Gezeiten heben und senken auch die feste Erdkruste zweimal pro zirkadianem Mondrhyth-

mus von im Mittel 24 Stunden und 50 Minuten. Der Tidenhub beträgt dabei zwischen etwa 30 cm und 50 cm je nach Stärke der Gravitationsbeschleunigung. Verantwortlich für dieses Durchwalken und -kneten der Erdoberfläche sind zwei Himmelskörper: Mond und Sonne. Dabei überwiegt der Einfluss des Mon-



Käme somit der Mond auf die halbe Distanz an die Erde heran, so wäre seine Gezeitenwirkung achtmal grösser als heute. Die Sonne hat zwar die 333'000-fache Erdmasse, ist aber rund vierhundertmal weiter entfernt als der Mond. Deshalb ist der Gezeiteneinfluss des Mondes grösser trotz seiner vergleichsweise geringen Masse von nur  $\frac{1}{81}$  der Erdmasse. Die Gezeitenbeschleunigung  $b$  errechnet sich zu:  $b = 2 \cdot G \cdot R \cdot m / r^3$  ( $G$  = Newtonsche Gravitationskonstante,  $R$  = Erdradius,  $m$  = Mond- bzw. Sonnenmasse,  $r$  = Mond- bzw. Sonnenentfernung). Daraus folgt, dass die Gezeitenwirkung der Sonne nur etwa 42% der des Mondes entspricht. In den Syzygien (Neu- und Vollmondphasen) addieren sich die Gezeitenwirkungen von Mond und Sonne, was zu Springfluten führt. Ist der Mond in Quadratur zur Sonne (Halbmondphasen), so heben sich die Gezeitenwirkungen von Mond und Sonne teilweise auf; wir haben Nippfluten.

### Wie die Mondentfernung auf die Erdkruste

Wie angedeutet, werden die Kontinentalplatten, die auf dem Magma des plastisch verformbaren Erdmantels schwimmen, durch die Gezeiten rhythmisch angehoben und abgesenkt. Dabei liegt die Vermutung nahe, dass die Gezeiten geodynamische Prozesse wie tektonische Beben oder Vulkaneruptionen auslösen können. Da in den Syzygien

die Gezeitenbeschleunigungen von Mond und Sonne einander verstärken, so schliessen einige, dass dann die Erdbebenhäufigkeit ein Maximum erreichen müsse und bemühen die Statistik.

Dies kann allerdings nicht zu einem vernünftigen Ergebnis führen. Abgesehen davon, dass statistische Korrelationen nicht unbedingt auf signifikanten Kausalbeziehungen basieren (die Zahl der Störche in Rostock war eine Zeit lang mit der dortigen Geburtenzahl positiv korreliert, ebenso die Heiratshäufigkeit in Österreich mit der Zahl der Sonnenflecken), so muss bei derartigen Untersuchungen die jeweils tatsächliche Gezeitenbeschleunigung kalkuliert werden. Und die ist nicht nur von der relativen Stellung von Sonne und Mond abhängig, sondern – und nach dem oben gesagten in viel stärkerem Masse – auch von der jeweiligen Mondentfernung. Denn der Mond umkreist das Baryzentrum in einer Kepler-Ellipse. Er kann sich der Erde bis auf 356'000 Kilometer nähern (extremes Perigäum). Im Apogäum entfernt er sich bis auf 407'000 Kilometer von uns, woraus folgt, dass die Gezeitenbeschleunigung um die Halbmondphasen sogar etwas grösser ist als zu den Syzygien, wenn der Mond gerade im Perigäum ist. Die maximale Gezeitenbeschleunigung wird erreicht, wenn Perigäum und Syzygien zusammenfallen. Will man nun die Gezeitenwirkung auf geodynamische Prozesse untersuchen, so ist für die lokalen Gegebenheiten auch

die Monddekliniation zu berücksichtigen, denn sie bestimmt den Pfad des sublunaren Punktes über die Erdoberfläche, auf dem die maximale Gezeitenbeschleunigung auftritt. Der Einfluss der Gezeiten auf Seismik und Tektonik ist ausführlich untersucht worden. Beispielsweise hat ROSS S. STEIN [1] den Gezeitendruck für mehr als 90'000 Erdbeben in Japan kalkuliert und mit Arbeiten von S. TANAKA [2] verglichen, der herausgefunden hat, dass Gezeiten die Entstehung von Erdbeben auslösen können. Zu beachten ist dabei ausserdem die Refraktärphase: Nicht am Tag der maximalen Gezeitenbeschleunigung bebdt die Erde, sondern mit einer Verzögerung von bis zu einer Woche. Dies ist auch nachvollziehbar: Nicht beim ersten Stress geht's los, sondern nach mehreren extremen Tiden, getreu dem Motto: Steter Tropfen höhlt den Stein. So erklärt sich, dass die Erdbebenhäufigkeit nicht zwingend exakt am Voll- oder Neumondtermin ansteigen muss. Mit berücksichtigt werden müssen weitere Faktoren wie Mondentfernung, Monddekliniation und Refraktärphase.

### Prof. Dr. Hans-Ulrich Keller

Observatory & Planetarium Stuttgart  
Mittlerer Schlossgarten  
D-70173 Stuttgart

## Literatur

- [1] R.S. Stein, Tidal Triggering Caught in the Act, Science Vol. 305 (2004) 1248
- [2] S. Tanaka et al., Earth Planets Space 56 (2004) 511
- R.A. Kerr, Earth's Inner Core Is Running a Tad Faster Than the Rest of the Planet, Science 309 (2005) 1313
- J. Zhang et al., Inner Core Differential Motion Confirmed by Earthquake Wave form Doublets, Science 309 (2005) 1357
- H.-U. Keller, Kompendium der Astronomie - Zahlen, Daten & Fakten, 4. Aufl., Seite 96, Franckh-Kosmos, Stuttgart 2008
- H.-U. Keller, Die Entstehung der Gezeiten, Kosmos Himmelsjahr 2002, Seite 157



Der nach dem Erdbeben vom 12. Januar 2010 eingestürzte Präsidentenpalast in Port-au-Prince. Neumond war nur 2½ Tage später. (Quelle: Wikipedia, Logan Abassi)