Wir sehen über den Mondrand hinaus : warum schaukelt der Mond auf seiner Bahn?

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

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **67 (2009)**

Heft 351

PDF erstellt am: **31.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-897267

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Wir sehen über den Mondrand hinaus

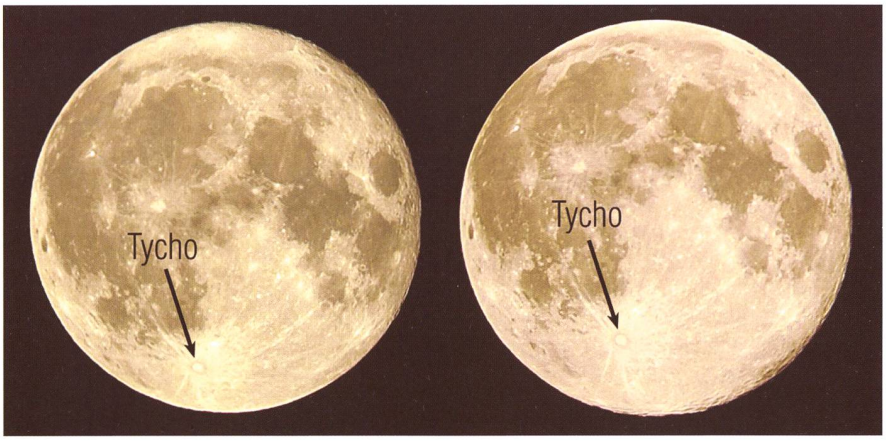
Warum schaukelt der Mond auf seiner Bahn?

Von Hans Roth

Während eines Mondumlaufs um die Erde bekommen wir weit mehr als 50% der gesamten Mondoberfläche zu sehen. Doch wie ist das überhaupt möglich? Schaukelt der Mond auf seiner Bahn?

Der Mond wendet uns immer dieselbe Seite zu. Das haben die Gezeitenkräfte der Erde im Laufe der Jahrmilliarden bewirkt, indem sie an den Ungleichheiten der Massenverteilung des Mondes angreifen und so die Relativbewegung des Mondes abbremsen konnten. Man könnte daher denken, dass wir von der Erde aus immer dieselbe Hälfte der Mondoberfläche sehen. Im Laufe der Zeit werden aber insgesamt 59% der Mondoberfläche sichtbar, weil sich der Mond etwas hin und her wiegt. Der Fachausdruck dafür heisst Libration, und um diese Libration geht es hier.

Der grösste Teil des Effekts kann rein geometrisch erklärt werden, weil wir nicht immer aus der gleichen Richtung zum Mond schauen. Dazu kommt aber noch ein viel kleinerer Effekt, die sogenannte physikalische Libration. Diese ist eigentlich das Auspendeln der Abbremsbewegung, es gibt sie nur, weil der Mond nicht homogen (genauer: aus Kugelschalen gleicher Dichte) aufgebaut ist und die Erde, die Sonne und die andern Planeten an den ungleichen Massenteilen verschieden stark ziehen. Die physikalische Libration kann maximal nur 0.04° ausmachen, deshalb gehen wir hier nicht weiter auf sie ein.



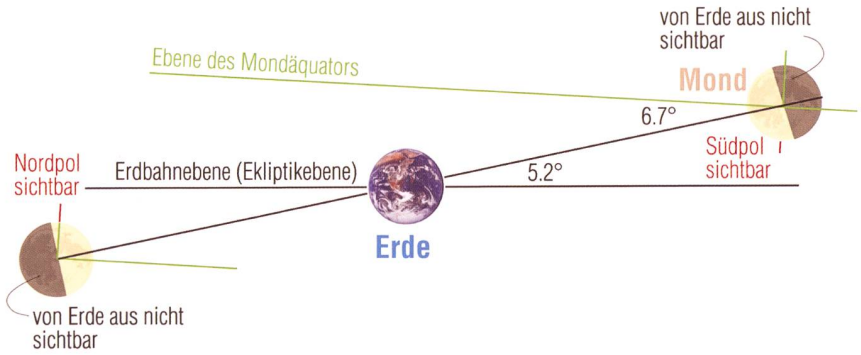


Abb. 1: Diese beiden Aufnahmen um Vollmond herum veranschaulichen sehr deutlich die Libration in Breite. Einmal steht der Krater Tycho randnah, womit man mehr auf den Nordpol sieht, einmal randfern (rechts). Hier haben wir Sicht auf den Südpol. In der Grafik unten wird gezeigt, wie es zu den unterschiedlichen Ansichten kommen kann. (Grafik: Thomas Baer nach Vorlage von Hans Roth)

Libration in Breite

Am einfachsten zu verstehen ist die optische Libration in Breite, das Pendeln in Nord- Süd- Richtung. Die Mondbahnebene ist um 5.2° gegenüber der Erdbahnebene geneigt, die Ebene des Mondäquators um 1.5°, aber in die entgegengesetzte Richtung. So addieren sich die beiden Winkel, und die Ebene des Mondäquators ist um 6.7° gegenüber der Mondbahnebene geneigt. Das heisst auch, dass die Rotationsachse des Mondes um diesen Winkel von der Achse der Mondbahn abweicht. Von der Erde aus sieht man deshalb manchmal um diesen Winkel über den Nordpol, manchmal über den Südpol hinaus (Abbildung 1). Im südlichen Teil des Mondes kann man die Libration in Breite besonders gut am Strahlenkrater Tycho erkennen. Ihn kann man als zuverlässigen Referenzpunkt verwenden.

Libration in Länge

Um die Libration in Länge, also in West- Ost- Richtung zu verstehen, genügt es, die (an sich viel kompliziertere) Mondbahn als Kepler-Ellipse aufzufassen. Während der Mond praktisch gleichmässig um seine Achse rotiert, bewegt er sich in Erdnähe schneller, in Erdferne langsamer auf seiner Bahn. Die Folgen erläutern wir anhand der Abbildung 3. Von P zu Q ist die Vorwärtsbewegung rascher, die Drehbewegung bleibt dagegen zurück. Dadurch rückt, von der Erde aus gesehen, der Krater Grimaldi immer näher an den westlichen Mondrand, das Mare Crisium entfernt sich vom östlichen Rand. Zwischen Q und A verlangsamt sich die Vorwärtsbewegung wieder, in A erscheint der Mond wie im Punkt P (nur etwas kleiner). Von A nach R ist der Mond immer noch langsamer als im Mittel, die Drehbewegung ist im Vorsprung, und Grimaldi entfernt sich

Abb. 2: Libration in Länge. Stereopaar aus dem Nachlass von Hugo Sommer.

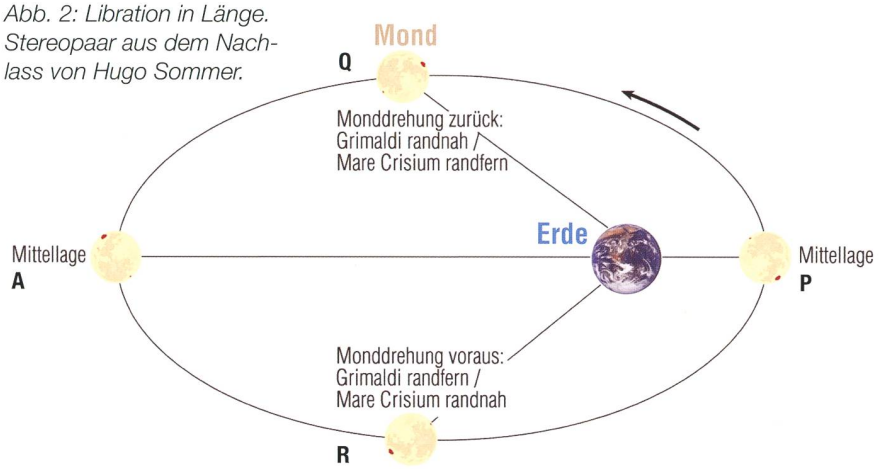


Abb. 3: Die Libration in Länge entsteht infolge der gleichmässigen Mondrotation in Kombination mit der unterschiedlichen Bahngeschwindigkeit. Im Perigäum (P) wandert der Mond am Himmel fast 15° pro Tag, im Apogäum dagegen nur etwa 12° täglich. (Grafik: Thomas Baer nach Vorlage von Hans Roth)

weiter vom Rand bzw. das Mare Crisium kommt ihm noch näher. Von R bis P holt dann die Bahnbewegung wieder auf und in P sind die Mondstrukturen wieder in ihrer mittleren Lage.

Anhand eines Jahrbuches lassen sich diese Überlegungen überprüfen. Die maximale Libration in Breite muss also in der Mitte zwischen zwei Knotendurchgängen auftreten, die maximale Libration in Länge in der Mitte zwischen Perigäum und Apogäum.

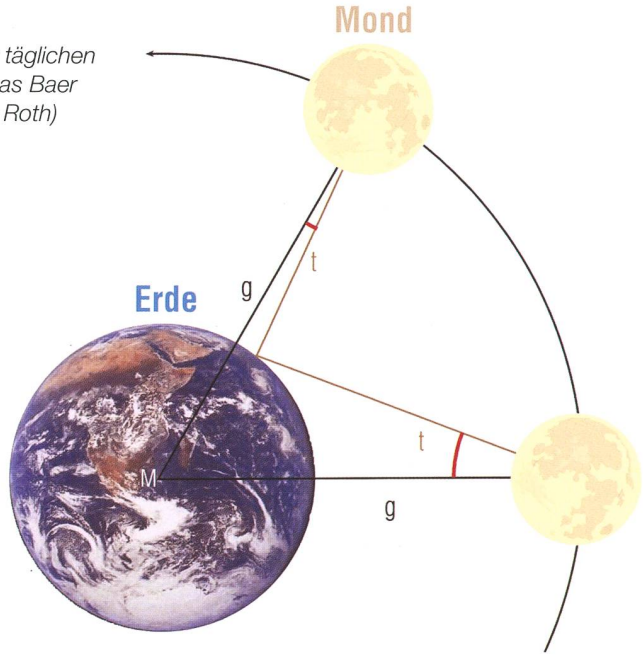
So ist im April 2009 Erdnähe am 2. um 4:31 Uhr, Erdferne am 16. um 11:15 Uhr. Die maximale Libration in Länge ist im "Sternenhimmel" am 9. um 21:45 eingetragen.

Am 4. um 9:22 Uhr ist der Mond im absteigenden Knoten, am 18. um 7:19 im aufsteigenden. Die maximale Libration in Breite findet man im «Sternenhimmel» am 11. April um 5 Uhr. Dass die Librationszeitpunkte nicht exakt in der Mitte angegeben sind, liegt einerseits daran, dass der Mond über dem Horizont stehen muss. Dazu kommt aber noch ein weiterer Effekt: wir beobachten nicht vom Erdmittelpunkt aus. Und weil uns der Mond so nahe ist, ergeben sich recht markante Unterschiede je nach Beobachtungsort. So können die Sichtlinien um bis zu 1° voneinander abweichen (Abbildung 4). Die maximalen Librationen sehen wir deshalb von der Erdoberfläche aus meistens bei Mondaufgang oder -untergang (im "Sternenhimmel" erfolgt die Angabe aber erst, wenn der Mond eine Horizonthöhe von mindestens 10° erreicht hat).

Weil die Libration auf der Beobachtung aus unterschiedlichen Richtungen beruht, kann man sie auch zur Erstellung stereoskopischer Bilder ausnützen. Ein Beispielpaar zeigen wir in der Abbildung 2. Mit einem Stereobetrachter sieht man den Mond dreidimensional auf sich zu gewölbt, hier schon etwas übertrieben (wie ein Ei, von der Spitze betrachtet). Solche Aufnahmen setzen etwas Planung voraus: man muss zwei Zeitpunkte mit gleicher Mondphase und einigermassen gleicher Libration im Breite, aber deutlich unterschiedlicher Libration in Länge auswählen.

Hans Roth
Burgstrasse 22
CH-5012 Schönenwerd

Abb. 3: Entstehung der täglichen Libration. (Grafik: Thomas Baer nach Vorlage von Hans Roth)



g: geozentrische Richtung (geozentrische Koordinaten)

t: topozentrische Richtung

Maximaler Unterschied: 1° (2 Monddurchmesser!)