

Jupiter und die Galileischen Monde

von Anton Waltschew

Die vier größten Monde des Planeten Jupiter tragen die Bezeichnung Galileische Monde, da sie der italienische Astronom Galileo Galilei im Jahre 1610 als Erster beschrieb. Sie sind bereits in einem kleinen Teleskop, wie es Galilei zur Verfügung stand, aber auch schon im Fernglas sichtbar. Inzwischen sind durch leistungsfähige Teleskope und Raumsonden insgesamt 95 Jupitermonde bestätigt worden (GSFC 2025).

Beobachtung

Am 30.10.2024 um 23:05 Uhr MEZ waren im 80/1200-mm-Refraktor alle vier Galileischen Monde neben Jupiter auf derselben Seite aufgereiht zu sehen. Für die fotografische Auswertung (s. Abb. 1) wurden 370 Einzelaufnahmen addiert und gemittelt. Neben Jupiter sind von rechts nach links die Monde Ganymed, Io, Europa und Kallisto erkennbar. Dabei erschien visuell und fotografisch Ganymed wenig größer und dunkler als die beiden etwa gleich großen und hellen Io und Europa. Kallisto wiederum zeigte sich wesentlich dunkler und kleiner als die übrigen Monde.

Deutung der beobachteten scheinbaren Größe und Helligkeit

In der Tabelle sind die bekannten physikalischen Daten der Jupitermonde aufgelistet (GSFC 2025). Aufgrund ihrer Eisdecke weist Europa das höchste Lichtreflexionsvermögen auf. Kallisto besitzt dagegen die niedrigste Albedo infolge ihrer von Kratern übersäten Oberfläche. Auch der eisbedeckte Ganymed wird von Kratern und Wäldern überzogen.

Die visuellen Beobachtungen und



Abb. 1: Jupiter mit den vier Galileischen Monden, von rechts nach links: Ganymed, Io, Europa, Kallisto. Die Aufnahme entstand mit einem 80/1200 mm Refraktor und einer ZWO ASI 174 MM Kamera in Altdorf bei Nürnberg am 30.10.2024 um 23:05 Uhr MEZ. Es wurden 370 von 7450 Bildern mit je 3,14 ms Belichtung mit AutoStakkert gestackt, Nachbearbeitung in Photoshop.

die Aufnahme stimmen tendenziell mit den Messdaten aus der Tabelle überein. Es stellt sich jedoch die Frage, warum Ganymed und Kallisto nicht deutlich größer erscheinen als Io und Europa. Konnte man mit dieser kleinen Optik überhaupt visuell Größendifferenzen ausmachen? Entsprechend der Entfernung von Jupiter am 30.10.2024 haben Io und Ganymed Durchmesser von 1,2 bzw. 1,7 Bogensekunden. Da die Auflösung des 80-mm-Objektivs nach Rayleigh 1,7 Bogensekunden und die Pixelgröße 1 Bogensekunde beträgt, sind Io und wahrscheinlich auch Ganymed nicht aufgelöst. Allerdings gilt das Rayleigh-Kriterium strenggenommen als Maß für den Abstand zweier Lichtquellen (z. B. Sterne), um sie als getrennt wahrzunehmen.

In Abb. 2 sind für die vier Monde die belichteten Pixel in den Rohdaten der gestackten Aufnahme (obere Reihe) sowie nach Bearbeitung in Photoshop (Signalanhebung, Kontrast; untere Reihe) erkennbar. Aufgrund der großen Kamerapixel (5,86 μm) im Zusammenhang mit der kurzen Brennweite liegt hier Undersampling vor. Die Lichtsignale verteilen sich auf nur wenige Pixel.

Die Monde sind nicht ausreichend aufgelöst. Die Rohdaten weisen dennoch eine gute Korrelation mit den Albedowerten aus der Tabelle auf. Das Rohsignal für Kallisto ist sehr schwach und in der Abbildung kaum wahrnehmbar, liefert aber dennoch Informationen für eine weitere Bearbeitung in Photoshop. Vermutlich hat insbesondere bei Kallisto die wesentlich niedrigere Albedo im Zusammenwirken mit der Randabdunkelung einen Einfluss auf die visuelle und fotografische Größenregistrierung. Etwas schwächer dürfte dies auch bei Ganymed der Fall sein.

Zeitgleich mit Galileo Galilei hatte der fränkische Astronom Simon Marius die Jupitermonde beobachtet und als solche erkannt, und dafür den 29. Dezember 1609 (julianisch) angegeben. Diese und spätere Beobachtungen hatte er jedoch erst 1611 in einem Kalender und 1614 in seinem Buch *Mundus Iovialis* (Die Welt des Jupiter) veröffentlicht. Darin benennt er die vier Monde mit ihren heute noch gültigen Namen nach einer Anregung durch Johannes Kepler. Er geht auch auf die unterschiedliche visuelle Helligkeit und vermeintliche Größenunterschiede der vier Monde ein. Bei Kallisto vermutet er eine rauere Oberfläche, wodurch diese das Sonnenlicht schwächer reflektieren würde als die anderen Monde, was mit Hilfe der modernen Jupiter-Sonden bestätigt wurde. Durch seine relativ kleinen und noch unvoll-

	Io	Europa	Ganymed	Kallisto
Durchmesser [km]	3643,0	3121,6	5262,4	4820,6
Geometrische Albedo (Licht-reflexionsvermögen)	0,62	0,68	0,44	0,19

Tabelle: Physikalische Eigenschaften der Galileischen Monde (GSFC 2025)

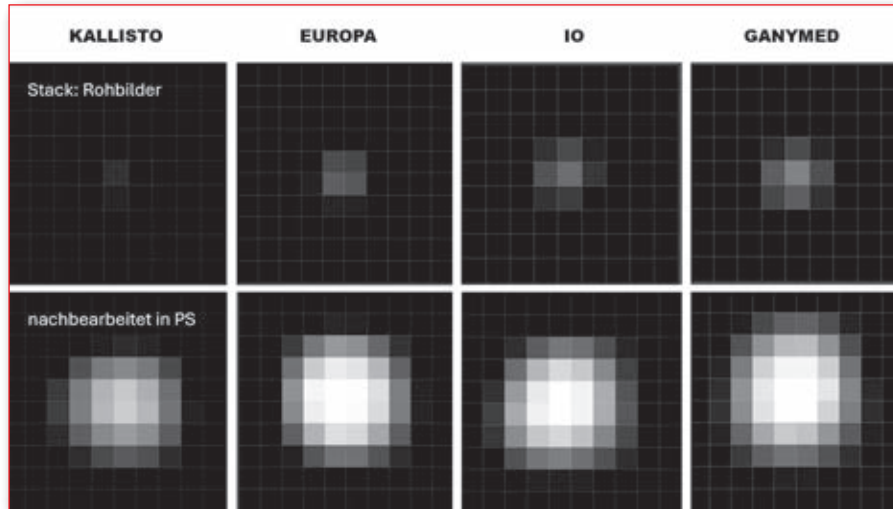


Abb. 2: Durch die Jupitermonde belichtete Pixel aus Abb. 1. In der oberen Reihe Rohdaten nach dem Stacken, in der untere Reihe nach der Bearbeitung in Photoshop.

kommenen Linsenfernrohre wären jedoch Größenunterschiede der Jupitermonde physikalisch nicht beobachtbar gewesen. Vielmehr führten optische Linsenfehler, aber auch der kleine Objektivdurchmesser, welcher punktförmige Lichtquellen (Sterne und auch die Jupitermonde) beugungsbedingt als größere runde Flächen (Airy-Scheibchen) erscheinen lässt, zu Trugschlüs-

sen bei den frühen Beobachtern. Die vermeintlichen Größenunterschiede resultierten aus der unterschiedlichen Helligkeit der in Wirklichkeit punktförmigen Lichtquellen.

Diese Artefakte bei der visuellen Beobachtung haben Entsprechungen in der digitalen Bildverarbeitung moderner Kamerasensoren (CCD, CMOS): das oben erwähnte Undersampling in Ver-

bindung mit Blooming (Lichthöfe um überbelichtete Pixel) bei der hier vorliegenden Aufnahme.

Mein besonderer Dank gilt Dr. Susanne Friedrich und Pierre Leich für wertvolle Hinweise und Diskussionen.

Quellen

- Daten zu Jupitermonden, GSCF, nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/joviansatfact.html, abgerufen 7.1.2025
- Entdeckung der Jupitermonde, Simon-Marius-Portal, www.simon-marius.net, abgerufen am 11.1.2025
- Gaab, Hans & Leich, Pierre (Hrsg.): Simon Marius und seine Forschung. – Acta Historica Astronomiae 57 (2016).
- Schlör, Joachim (Hrsg.): Simon Marius: Mundus Iovialis. – Schrenk VL, 2. Aufl. (2024)
- Wolfschmidt, Gudrun (Hrsg.): Simon Marius – Der fränkische Astronom und die Entwicklung des astronomischen Weltbildes. – Nuncius Hamburgensis – Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften, Bd. 16 (2012)