

Bedeckung des Jupitermondes Io durch den Mond Europa

Erik Wischnewski

Zusammenfassung

Jupiter umläuft die Sonne in 11,86 Jahren. Dabei überquert er zweimal die Erdbahnebene, also etwa alle 6 Jahre. In den Monaten davor und danach sehen wir die Bahnen der vier großen Jupitermonde von der Kante. Deshalb kommt es in dieser Zeit zu gegenseitigen Bedeckungen und Verfinsterungen der Jupitermonde.

Am 15.02.2015 wurde die Bedeckung von Io durch Europa mit einem Apochromat 5" f/7.5 und einer Canon EOS 60Da aufgenommen. Die Gesamthelligkeit von Europa und Io wurde mit der von Ganymed verglichen. Aus der Lichtkurve konnte mittels Gaußfit die Mitte der Bedeckung für J.D. 2457068.50223 \pm 0.00005 bestimmt werden. Die Amplitude betrug 0.49 \pm 0.03 mag.

Konstellation

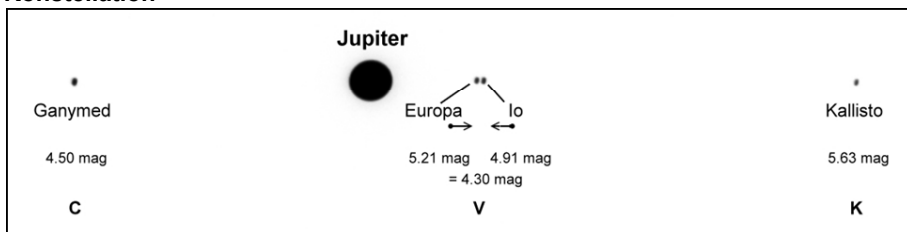


Abb. 1: Konstellation der vier großen Jupitermonde am 15.02.2015 eine halbe Stunde vor der Bedeckung. Europa entfernt sich vom Jupiter, Io läuft auf ihn zu.

Die Helligkeiten wurden mit Hilfe der Software Horizons von JPL auf Basis der Flächenhelligkeit, Durchmesser, Phasenwinkel und Entfernungen der Monde berechnet.

Messung

Belichtet wurde bei ISO 800 mit 1/20 Sekunde. Anfänglich betrug das Aufnahmeintervall 10 Sekunden, während der Bedeckungsphase entstand alle 5 Sekunden ein Bild.

Die gesamte Serie wurde mit MuniWin nach der Blendenmethode vermessen. Dabei wurde die Blende so groß gewählt, dass die beiden Monde Europa und Io gemeinsam erfasst wurden. Es wurde nur der Grünkanal (G1+G2)/2 ausgewertet. Die so ermittelte Helligkeit ist die Summe aus beiden (4.30 mag). Das Programm Occult von David Herald gibt eine Amplitude von 0.493 mag – entsprechend einer Reduzierung der Helligkeit von 63.5% – an. Das bedeutet, dass während der Bedeckung bis zu 61.5% durch Europa bedeckt werden. Die minimale Gesamthelligkeit beträgt somit 4.79 mag.

Gemessen wird die Differenz zwischen V („variable“ = Europa+Io) und C („comparison“ = Ganymed). Das Ergebnis V–C ist die auszuwertende Lichtkurve. Ferner wird die Differenz zwischen C und K („check“ = Kallisto) bestimmt. Das Ergebnis C–K sollte

theoretisch konstant sein und ist insofern ein Maß für die Genauigkeit und die atmosphärischen Bedingungen.

Erwartet wird also eine Grundhelligkeit $V-C = -0.20$ mag und ein Minimum $V-C = 0.29$ mag (Amplitude = 0.49 mag). Als mittlere Vergleichshelligkeit wird $C-K = -1.13$ mag erwartet.

Für die Messblende wurde ein Radius von knapp 10 Pixeln gewählt, der Hintergrund wurde in einem Ring von 20 bis 30 Pixel Radius gemessen. Damit ist gewährleistet, dass sowohl Europa und Io immer in einem Messfeld liegen, als auch, dass sich bei der Hintergrundmessung keine anderen Objekte im Messfeld befinden.

Lichtkurve und Auswertung

Die Lichtkurve in Abbildung 2 stellt die Differenzhelligkeit von (Europa+Io) zu Ganymed dar ($V-C$). Zur Ermittlung des Minimumzeitpunktes wurde ein Gaußfit durchgeführt (rote Kurve). Auffallend ist die zunehmende Streuung der Messpunkte und Länge der Fehlerbalken. Die Ursache liegt in der ansteigenden (ungleichmäßigen) Verdichtung von Hochnebel und Zirkuswolken, wie auch im Vergleichsdiagramm (Abbildung 3) zu erkennen ist.

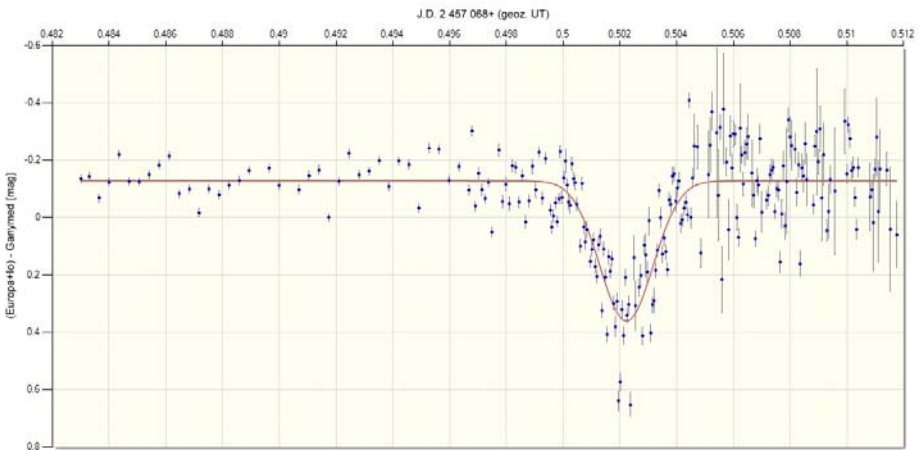
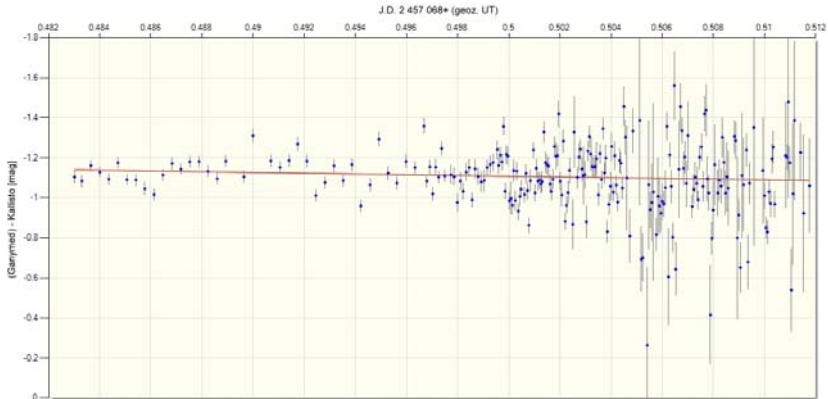


Abb. 2: Differenzhelligkeit von (Europa+Io) zu Ganymed ($V-C$) mit Gaußfit

Um den Zeitpunkt des Minimums und die Amplitude zu bestimmen, wurde ein Gaußfit durchgeführt (hierzu näheres im *Astronomical Bulletin Wischnewski* No.18).

Der Gaußfit ergibt als Zeitpunkt für die Mitte der Bedeckung (= Minimum = Symmetrieachse) J.D. 2457068.50223 \pm 0.00005. Diese Angabe ist genau genommen topozentrisch, darf aber bei der vorliegenden Genauigkeit auch als geozentrisch angesehen werden. Umgerechnet fand das Minimum also am 15.02.2015 um 01:03:12.7 MEZ (\pm 4.3 s) statt. Zum Vergleich: Der mit Occult berechnete Wert liegt bei 01:03:15 MEZ, also nur 2.3 Sekunden später und somit gut innerhalb des eigenen Messfehlers.



Differenzhelligkeit von Ganymed zu Kallisto dar (C–K).

Für das Grundniveau ergibt der Gaußfit den Wert -0.13 ± 0.01 mag. Hier wird aufgrund der oben genannten Betrachtungen -0.20 mag erwartet. Die geringe Abweichung von 0.07 mag kann sowohl durch mittleren Fehler einer Einzelmessung (Streuung) von 0.09 mag erklärt werden als auch durch physikalische Effekte wie Rotationslichtwechsel der Jupitermonde.

Dafür stimmt die gemessene Amplitude wieder sehr genau mit den theoretischen Berechnungen aus Occult überein. Die Amplitude beträgt 0.49 ± 0.03 mag in bester Übereinstimmung mit dem theoretischen Wert von 0.493 mag (entsprechend 63.5% Helligkeitsabfall).

Der Beginn und das Ende der Bedeckung lässt sich nur graphisch aus der Lichtkurve ablesen:

	<u>Wischnewski</u>	<u>Occult</u>
Beginn:	0.5001 ± 0.0001	0.50002
Mitte:	0.50223 ± 0.00005	0.50226
Ende:	0.5044 ± 0.0001	0.50449

Die sich daraus ergebende Dauer der Bedeckung wird mit 6.2 ± 0.3 min abgeschätzt. Der berechnete Vergleichswert aus Occult beträgt 6.43 min.

Quellennachweis

Wischnewski, Erik: www.astronomie-buch.de/Astronomical_Bulletin_Nr_18.pdf

Herald, David: <http://www.lunar-occultations.com/iota/occult4.htm>

Motl, David: <http://c-munipack.sourceforge.net>