

## Schattenspiele der Jupitermonde 2014/15

Jedem, der den Planeten Jupiter schon einmal durch ein kleines Teleskop gesehen hat, sind auch vier helle Monde aufgefallen, die den Gasriesenplaneten umrunden. Schon Galileo Galilei verfolgte 1610 mit dem gerade erst erfundenen Fernrohr ihren Lauf um den Jupiter und notierte penibel ihre wechselnden Stellungen. Es ist auch immer wieder hübsch anzusehen, wie die Monde vor dem Jupiterscheibchen vorbeiziehen, ihren Schatten auf den Planeten werfen oder im Jupiterschatten verschwinden und wieder auftauchen oder vom Jupiterscheibchen bedeckt werden. Der Däne Ole Rømer hat 1676 die sich regelmäßig wie ein Uhrwerk wiederholenden Verfinsterungen benutzt, um den Wert der Lichtgeschwindigkeit zu messen. Je nachdem, wo Erde und Jupiter auf ihren Bahnen stehen, schwankt die Entfernung zwischen Erde und Jupiter. Das Lichtsignal von den Verfinsterungen der Jupitermonde erreicht uns mit kleinerer oder größerer Verspätung – woraus sich die Lichtgeschwindigkeit ableiten lässt, wenn die jeweilige Jupiterentfernung bekannt ist.

Die Bahnen der vier Galileischen Jupitermonde liegen mit nur maximal 0,5 Grad Abweichung in der Äquatorebene des Jupiter. Zweimal im rund 12-(erd)jährigen Jupiterjahr, also etwa alle sechs Jahre, blicken wir von der Erde aus genau von der Seite auf die Jupiteräquatorebene und damit auf die Bahnebene der Jupitermonde. Die Monde scheinen sich dann auf einer Linie mal östlich, mal westlich des Jupiter zu bewegen. Wenn zwei Monde von der Erde aus gesehen auf der gleichen Sichtlinie liegen, können sie sich sogar gegenseitig bedecken. Analoges gilt für die Sonne: Wenn die Sonne in der Bahnebene der Jupitermonde steht (was etwa gleichzeitig mit dem Durchgang der Erde durch die Bahnebene der Monde eintritt), können die Monde sich auch gegenseitig verfinstern. Genau so eine Phase durchlaufen wir 2014/2015: Von August 2014 bis Juli 2015 treten wieder gegenseitige Bedeckungen und Verfinsterungen der Monde untereinander auf. Dieses Mal sind die Ereignisse sehr günstig in den Monaten um die Jupiter-Opposition im Februar herum zu beobachten. Jupiter steht für uns noch recht hoch in der Ekliptik zwischen Krebs und Löwe und ist in den langen Winternächten und auch noch im Frühling gut zu sehen. In der folgenden Tabelle habe ich nach folgenden Kriterien die günstigsten Ereignisse für Freiburg zusammengestellt:

- Jupiter steht mindestens 20 Grad hoch über dem Freiburger Horizont,
- die Sonne steht mindestens 6 Grad unter dem Freiburger Horizont,
- der Lichtabfall  $\Delta$  mag beträgt mindestens 0.5 mag; bei Bedeckungen bezieht sich der Helligkeitsabfall auf die Gesamthelligkeit aus bedeckendem und bedecktem Mond, bei Verfinsterungen nur auf den verfinsterten Mond.

Datum JJJJ MM TT	Zeit Mitte Ereignis (MEZ)	Ereignis	Typ	Ge- sam- dauer (s)	$\Delta$ mag	Anblick Jupiter und Monde Ost West	Bemerkung
2014 12 20	06 41 53	2 bed 1	p	1180	0.5	4 3 $\circ$ (12)	
2014 12 21	04 22 22	4 verf 1	r	1110	0.5	4 (31) $\circ$ 2	
2015 01 24	06 50 07	4 verf 1	p	1057	0.8	3 2 $\circ$	1 vor J, 1 SV, 2 SV, 4 vor J, 4 SV, h=21°
2015 01 31	20 36 10 20 51 56	2 verf 1 2 bed 1	p p	503 417	0.7 0.3	3 $\circ$ (12)4	1 wird zunächst von 2 bedeckt, dann verf.
2015 02 02	04 31 23	1 bed 2	p	209	0.5	43 $\circ$ (12)	
2015 02 02	19 20 47 19 34 56	3 verf 1 3 bed 1	p p	415 310	0.7 0.2	4 2 $\circ$ (31)	1 wird erst verf., dann bed.; h=17°
2015 02 07	22 58 08 23 01 09	2 bed 1 2 verf 1	p p	400 476	0.4 0.9	4 3 $\circ$ (12)	1 wird gleichzeitig von 2 verf. und bed.

2015 02 09	21 58 51 22 09 36	3 bed 1 3 verf 1	p p	313 417	0.3 1.0	2 4○(31)	1 wird zunächst von 3 bed., dann verf.
2015 02 12	22 25 51 22 47 25	1 bed 3 1 verf 3	p r	333 445	0.3 0.6	○(13) 4	3 wird zunächst von 1 bed., dann verf.
2015 02 15	01 03 15 01 23 59	2 bed 1 2 verf 1	p r	386 452	0.5 1.2	3 ○ (21) 4	1 wird zunächst von 2 bed., dann verf.
2015 02 17	00 21 47 00 56 08	3 bed 1 3 verf 1	p p	317 415	0.3 0.6	2 ○ (31) 4	1 wird zunächst von 3 bed., dann verf.
2015 02 20	00 51 21 01 39 01	1 bed 3 1 verf 3	p r	369 492	0.4 0.7	4 ○ (13)	3 wird zunächst von 1 bed., dann verf.
2015 02 22	03 07 58 03 45 12	2 bed 1 2 verf 1	p r	371 429	0.6 0.7	4 3 ○ (21)	1 wird zunächst von 2 bed., dann verf.
2015 02 26	23 48 16	4 verf 2	nzH	514	0.5	○ (21) 4 3	nzH=nicht-zentral im Halbschatten
2015 03 01	05 12 45 06 05 08	2 bed 1 2 verf 1	r r	354 405	0.6 1.0	3 ○ (21) 4	1 wird zunächst von 2 bed., dann verf.
2015 03 02	19 45 38 21 25 50	3 bed 2 3 verf 2	p p	282 450	0.2 0.6	(32) ○ 1 4	2 wird zunächst von 3 bed., dann verf.
2015 03 03	05 08 17	3 bed 1	t	314	0.4	2 ○ (31) 4	3 Schattendurchgang
2015 03 04	19 14 33	2 verf 1	r	394	1.2	○ 12 3 4	
2015 03 11	20 20 49 21 33 03	2 bed 1 2 verf 1	p p	323 369	0.5 0.9	4 ○ (21) 3	1 wird zunächst von 2 bed., dann verf.
2015 03 18	22 27 23 23 50 46	2 bed 1 2 verf 1	P p	300 341	0.4 0.6	○ (21) 3 4	1 wird zunächst von 2 bed., dann verf.
2015 03 23	19 49 02	1 verf 2	p	281	1.1	3 ○ 2 1	4 im Jupiterschatten
2015 03 30	23 02 40 MESZ	1 verf 2	p	293	0.8	43 ○ 21	
2015 04 18	03 32 13 MESZ	4 bed 3	r	530	0.7	2 ○ 1 (43)	4 Schattendurchgang
2015 05 08	23 24 09 MESZ	1 verf 2	p	320	1.1	○ 2 1 3 4	
2015 05 16	01 40 22 MESZ	1 verf 2	p	323	0.8	4 ○ 21 3	

**Erläuterungen:** 1=Io, 2=Europa, 3=Ganymed, 4=Kallisto; bed.=bedeckt, verf.=verfinstert, p=partiell, r=ringförmig, t=total; ○=Symbol für Jupiterscheibchen.

Eine vollständige Liste aller in Freiburg beobachtbaren gegenseitigen Ereignisse mit detaillierten Angaben findet sich in der Internetausgabe der Mitteilungen unter [http://www.sternfreunde-breisgau.de/pdf/2014\\_phemu\\_14\\_15.pdf](http://www.sternfreunde-breisgau.de/pdf/2014_phemu_14_15.pdf) Dazu habe ich die für die Berechnung von Bedeckungen und Verfinsterungen führende Freeware *Occult* benutzt (<http://http://www.lunar-occultations.com/iota/occult4.htm>). Beim Modul „satellite phenomena“ gibt es den Punkt „mutual eclipses & occultations“, unter dem man gegenseitige Bedeckungen und Verfinsterungen der Monde der Planeten Jupiter, Saturn und Uranus weltweit berechnen kann.

Natürlich ist es reizvoll, solche Schattenspiele der Jupitermonde im Teleskop einfach nur zu beobachten. Schon innerhalb weniger Minuten sind deutliche Änderungen der Positionen und Helligkeiten der Monde wahrzunehmen. Aber auch die genaue Messung der Mondabstände und Helligkeiten auf Videoaufnahmen mit genauer Zeitreferenz ist sehr erwünscht. Mit diesen Daten kann man die Bewegungstheorien der Monde verbessern, so geschehen z.B. Für den Flugplan der

Sonde Galileo, die von 1995 bis 2003 den Jupiter und seine Monde bei engen Vorbeiflügen untersucht hat. Um das herauszufinden, braucht man möglichst genaue Bewegungstheorien der Monde.

Gerade die Galileischen Jupitermonde bilden ein dynamisch sehr interessantes System. Die Umlaufzeiten von Io, Europa und Ganymed stehen zueinander im Verhältnis 4:2:1. Wenn Europa zwei Umläufe um den Jupiter absolviert hat, hat Ganymed genau einen Umlauf um den Riesenplaneten vollendet usw. Die Frage ist nun, wie stabil diese sogenannte Resonanz über einen längeren Zeitraum ist.

Wer Videodaten auswerten und z.B. Lichtkurven von Bedeckungen und Verfinsterungen erstellen will, sollte sich die Software Limovie ([http://astro-limovie.info/limovie/limovie\\_en.html](http://astro-limovie.info/limovie/limovie_en.html)) anschauen. Und wohin dann mit den Ergebnissen? In Europa haben sich bei der IOTA/ES (International Occultation Timing Association/European Section; <http://www.iota-es.de>) Amateur- und Fachastronomen zusammengefunden, die Bedeckungs- und Verfinsterungsprojekte aller Art beobachten und auswerten. Dort würde man sich bestimmt freuen, Nachricht aus Freiburg zu bekommen.

Martin Federspiel