

Wie schnell dreht sich Gutenberg im All? (777 Gutemberga)

Otmar Nickel, AAG Mainz

Im Rahmen des Gutenberg-Jahres, das in Mainz 2000 gefeiert wurde, war die Astronomische Arbeitsgemeinschaft Mainz bestrebt, Einzelheiten über den Mondkrater Gutenberg und den Kleinplaneten (777) Gutemberga, der nach Johannes Gutenberg benannt wurde, zusammenzutragen. Dazu wurden viele historische Details herausgefunden, die auch in den Mitteilungen, sowie in einem öffentlichen Vortrag zusammengestellt wurden. Ich hatte auch schon Aufnahmen von Gutemberga zeigen können. Die Frage nach der Rotationsgeschwindigkeit dieses ca. 70 km großen Asteroiden zwischen Mars und Jupiter konnte jedoch noch nicht beantwortet werden. Wegen der großen Zahl der bis jetzt bekannten, bzw. registrierten Asteroiden (ca. 20000-30000) sind bei vielen dieser Himmelskörper nur wenige Details bekannt, meist nur die Helligkeit und die Bahnelemente der Bahn um die Sonne. Nur von etwa 1000 Kleinplaneten kennt man die genaue Rotationsperiode, und zwar aus Helligkeitsmessungen, die über viele Stunden hinweg durchgeführt werden müssen. Die Helligkeit der Asteroiden schwankt mit der Umdrehung geringfügig wegen deren meist unregelmäßigen, z.B. elliptischen Gestalt: Im Laufe der Umdrehung sehen wir abwechselnd eine Schmalseite (geringe Helligkeit) und eine Breitseite (größere Helligkeit) und dadurch ergeben sich für eine gesamte Rotationsperiode (je 2 Breitseiten und 2 Schmalseiten) 2 Maxima und 2 Minima in der Lichtkurve des Kleinplaneten. Die Rotationszeiten bewegen sich in der Größenordnung von 2-20 Stunden. (777)Gutemberga hatte in dieser Hinsicht anscheinend noch niemand genauer untersucht, jedenfalls waren bisher keine Daten veröffentlicht.

Die Messung der Lichtkurven ist nicht ganz einfach, da sowohl die Helligkeit der Asteroiden, von den größeren abgesehen, gering ist (im Bereich 10 mag –18 mag), als auch die Helligkeitsschwankungen gering sind (nur 20-30% bzw. 0,2-0,3 mag). Bis vor einigen Jahren waren diese Messungen daher professionellen Astronomen oder Amateuren mit extremer technischer Ausstattung vorbehalten. Seitdem astronomische CCD-Kameras für Amateure verfügbar und erschwinglich sind, können jedoch auch diese Messungen mit kleineren Teleskopen (ab ca. 20cm Öffnung) durchgeführt werden.

Die Ausrüstung meiner Sternwarte in Mainz-Ebersheim besteht zur Zeit aus einem 25cm Newton-Teleskop mit Computer-gesteuerter deutscher Montierung (Abb. 1) und einer CCD-Kamera ST7, die zwei CCD-Chips enthält, wobei einer zur Bildaufnahme, der andere zur exakten Nachführung über längere Zeit dient. Einige Lichtkurven hatte ich mit dieser Ausrüstung schon während der Opposition 1999/2000 gemessen, jedoch waren die Ergebnisse noch ziemlich enttäuschend, da die Messdauer nur 1-3 Stunden betrug und die Messfehler noch recht groß waren. Die mir damals zu Verfügung stehende Aufnahme-Software erlaubte keine Serienaufnahmen über längere Zeit, sodass jede Aufnahme manuell gestartet werden musste, was natürlich sehr mühsam war.



Abbildung 1: Das Teleskop im Gartenhaus mit abfahrbarem Dach in Mainz-Ebersheim

Seit einem Jahr besitze ich das Programm MaximDL/CCD, das auch Serienaufnahmen über längere Zeiten erlaubt. In Verbindung mit der ST7-Kamera können damit stundenlange automatische Aufnahmeserien durchgeführt werden, da auch die Nachführkorrekturen (dank des 2. CCD-Chips) automatisch ablaufen. Damit gelang es (nach einigen Fehlschlägen, bzw. Schlechtwetterperioden) erstmals am 24.2.2001 eine Aufnahmeserie von Gutemberga (Belichtungszeit je 90s) eine ganze Nacht hindurch (ca. 6 Stunden, insgesamt 200 Bilder) aufzunehmen. Während dieser Zeit bewegt sich der Kleinplanet zwar gegen den Sternhintergrund, bleibt aber noch im Gesichtsfeld der Kamera. Somit konnte aus allen Bildern in diesem Zeitraum eine Lichtkurve gemessen werden.

Die Helligkeitsmessung selbst erfordert ein Programm, das einen Vergleich mit Sternen bekannter Helligkeit erlaubt, die auf der Aufnahme zu sehen sind. Diese Messung kann mit verschiedenen Programmen durchgeführt werden, die z.Zt. verfügbar sind, z.B. mit dem Programm „Astrometrica“ von H. Raab. Auch hierbei ist es wieder sehr mühsam, eine größere Bildserie auszuwerten, daher beschloss ich, ein eigenes Programm für die Auswertung zu erstellen (beruflich habe ich auch mit Bildauswertung, allerdings von medizinischen Bildern zu tun). Dieses Programm misst die Intensität von mehreren Sternen und die eines Asteroiden innerhalb eines kleinen Quadrates, sowie die Helligkeit des Himmelshintergrundes in entsprechenden danebenliegenden Quadraten. Gibt man die Größenklasse eines oder mehrerer Sterne in Mag an, berechnet das Programm aus den Intensitätsverhältnissen die jeweilige Helligkeit des Objekts in Mag. Abb. 2 zeigt ein Bild vom 24.2.2001 mit Gutemberga (mit Pfeil markiert) und 4 Vergleichssterne, die in etwa die gleiche Größenklasse wie Gutemberga besit-

zen. Die Helligkeit der Vergleichssterne konnte ich aus dem Guide-Star Katalog (Programm Guide 7.0) entnehmen. Nach der Markierung des Asteroiden und der Referenzsterne, die von Hand am ersten Bild der Serie erfolgt, übernimmt das Programm die weitere Auswertung, indem die Messareale von Bild zu Bild jeweils geringfügig verschoben werden, sodass das Maximum der Sternintensität immer im Zentrum des Messquadrates liegt. Dadurch wird auch die Bewegung des Kleinplaneten gegen das Sternfeld automatisch berücksichtigt. Die Ergebnisse der Helligkeitsmessungen werden zusammen mit dem Zeitpunkt der jeweiligen Messung in eine Textdatei geschrieben, die anschließend mit einem Tabellenkalkulationsprogramm eingelesen werden kann.



Abb. 2: Aufnahme vom 24.2.2001 mit (777) Gutemberga (Pfeil) und 4 markierten Vergleichssterne zur Helligkeitsmessung

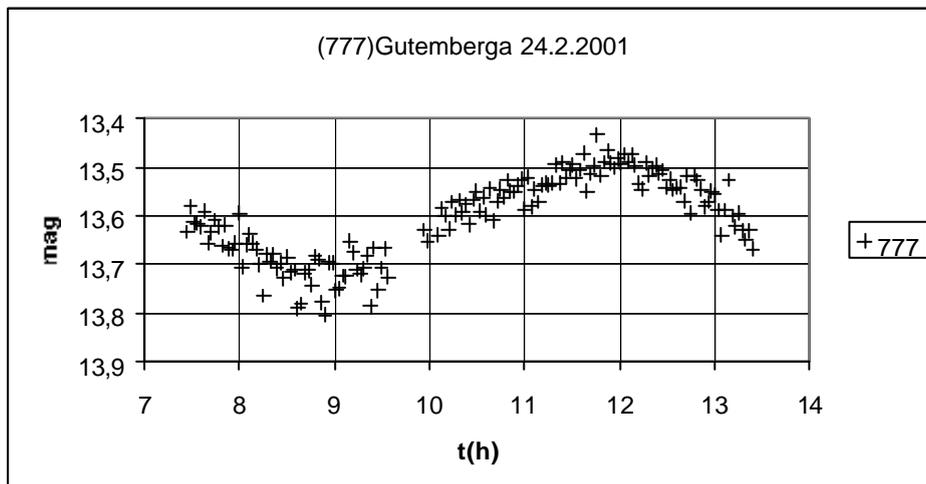


Abb. 3: Helligkeitskurve von (777)Gutemberga vom 24.2.2001. Auf der Zeitachse sind die nach 12h UT vergangen Stunden aufgetragen (8h = 21h MEZ)

Mit Microsoft Excel konnte ich schließlich aus den Messwerten Zeit-Helligkeitskurven erstellen. Abb. 3 zeigt die vom 24.2.2001 erhaltene Lichtkurve von Gutemberga. Sie zeigt sowohl ein Minimum als auch ein Maximum der Intensitäten, was einen ausgesprochenen Glücksfall darstellt, da man daraus schon (ganz grob) auf die Rotationsperiode schließen kann. Aus den oben erwähnten 2 Maxima und 2 Minima eines durchschnittlichen Kleinplaneten kann man schließen, dass die Rotationsperiode ungefähr 4 mal so groß ist wie die Zeit zwischen einem Minimum und einem Maximum. Diese Zeit beträgt bei dieser Messung ca. 3 Stunden, man konnte daher von einer Rotationsperiode von etwa 12 Stunden ausgehen. Diese Annahme muss natürlich an mehreren Messreihen, möglichst an aufeinanderfolgenden Tagen überprüft werden. Zum Glück war das Wetter auch am 25.2.2001 noch sehr gut, sodass ich auch in dieser Nacht eine Lichtkurve aufnehmen konnte. Abb. 4 zeigt diese Kurve, wobei hier nur ein Minimum zu sehen ist, das um etwa 2 Stunden später als am Vortag, bzw. nach 26 Stunden eintrat. Falls es sich um das gleiche Minimum handelt, ergibt sich zusammen mit obiger Abschätzung eine Rotationsperiode von etwa 13 Stunden. Die Streuung der Intensitätsmessungen konnte an den Referenzsternen überprüft werden und war in beiden Nächten mit 0,02 Größenklassen (ca. 2%) sehr gering.

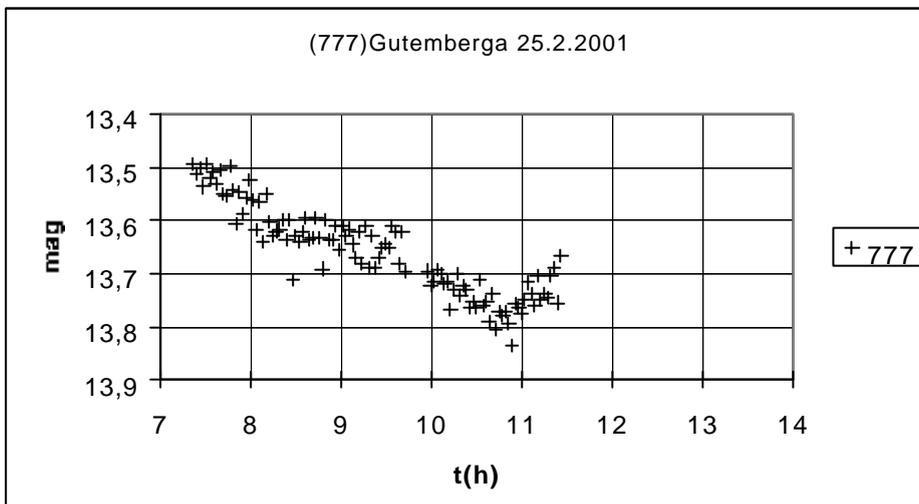


Abb.4: Helligkeitskurve von (777)Gutemberga vom 25.2.2001. Auf der Zeitachse sind die nach 12h UT vergangenen Stunden aufgetragen (8h = 21h MEZ)

Leider machte mir das Wetter in den nächsten Wochen einen Strich durch die Rechnung, so dass ich keine längeren Messreihen mehr während der günstigen Oppositionszeit, wenn der Asteroid die ganze Nacht hindurch beobachtet werden kann, aufnehmen konnte. Daher musste ich auf einige Messungen zurückgreifen, die ich am 14. und 15. Februar durchgeführt hatte. Auf den entsprechenden Lichtkurven waren ebenfalls Minima zu sehen. Mit Excel berechnete ich dazu eine periodische Funktion (harmonische Schwingung mit 2 Oberwellen), deren Periodendauer und Amplituden variiert werden konnten. Man konnte sowohl die Messungen vom 24./25.2.01 (siehe Abb. 5) als auch die vom 14./15.2.01 (Abb. 6) durch diese Funktion grob anpassen mit einer Periodendauer von 12h 53min.

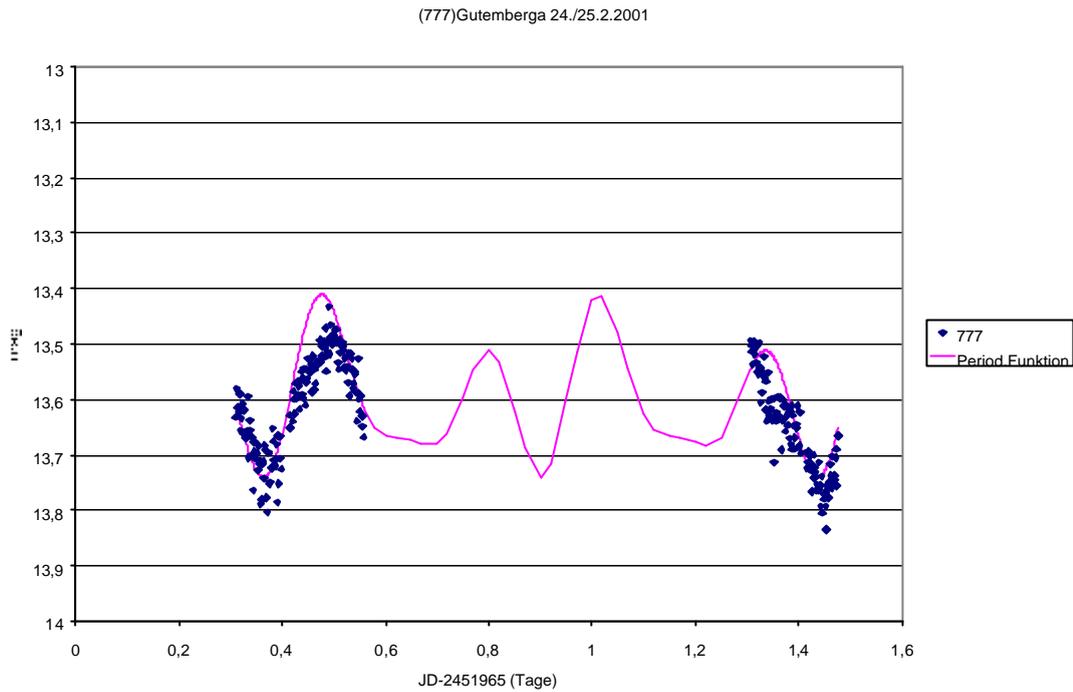


Abb. 5: Grobe Anpassung der Messpunkte durch eine periodische Funktion (Harmonische Schwingung mit 2 Oberwellen), Messungen vom 24. und 25.2.2001. Auf der Zeitachse ist das Julianische Datum (JD) aufgetragen.

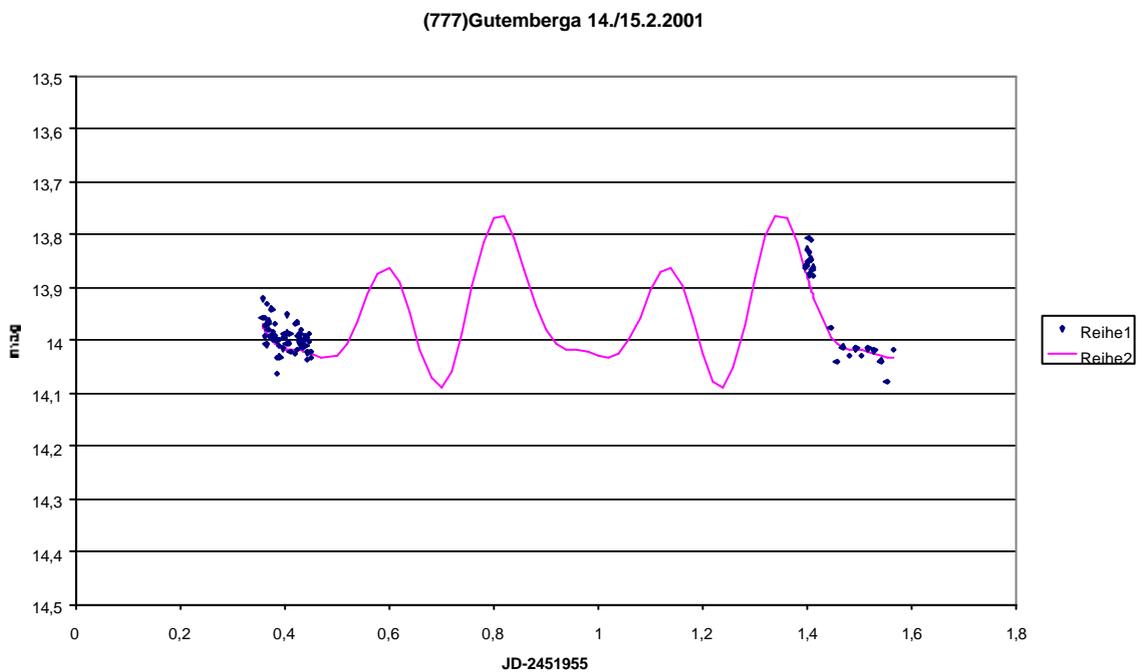


Abb. 6: Gleiche periodische Funktion wie bei Abb. 5 (mit Ausnahme des Mittelwerts, der an die Messungen angepasst wurde) mit Messungen vom 14. und 15.2.2001

Mit Kenntnis der richtigen Periodendauer kann man auch die Lichtkurve von Gutemberga aus den verschiedenen Messreihen wie ein Puzzle zusammensetzen, indem man sie phasenrichtig aneinander setzt. Bis auf ein kleines Stück bei dem 2. Maximum konnte die Kurve erstellt werden (Abb.7).

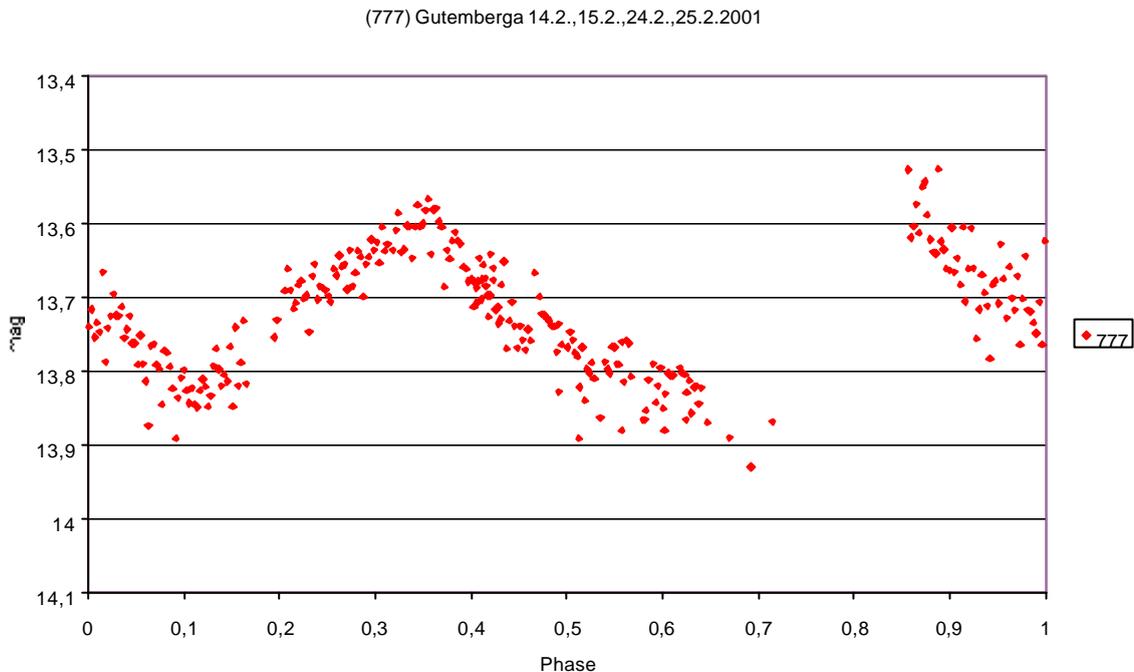


Abb. 7: Aus den Messwerten von 4 Nächten (14.2. 15.2., 24.2. und 25.2.) zusammengesetzte Rotationslichtkurve von (777)Gutemberga, wobei die Rotationsdauer zu 12h 53min angesetzt wurde.

Damit ist für „unseren“ Kleinplaneten jetzt zum ersten Mal eine Rotationsperiode bestimmt worden. Ob diese Periode richtig ist, ist noch nicht ganz sicher, da die Beobachtungszeiten für eine volle Umdrehung noch nicht ausreichten. Während der nächsten Oppositionszeit werde ich sicher weitere Messungen durchführen, um das bisherige Ergebnis zu verifizieren. Für die Kleinplanetenforschung konnte immerhin ein kleiner Beitrag geleistet werden. Auf diesem Gebiet können sicher noch viele Beiträge von Amateuren geleistet werden, da die Teleskope der großen Sternwarten zu wenig Beobachtungszeit für solche Messungen zur Verfügung stellen können.

Literatur und Internetadressen:

H. Denzau: Photometrie von Kleinplaneten. Journal für Astronomie (Mitteilungsschrift der Vereinigung der Sternfreunde) 2/2000, S. 59

R.D. Stephens: Backyard Science: The IAPPP and the Amateur Astronomer. Sky and Telescope, December 2000, p. 85

Fachgruppe Kleinplaneten der Vereinigung der Sternfreunde: <http://www.kleinplanetenseite.de/>

Gutenberg im All: <http://student.physik.uni-mainz.de/~astro/gutenberg/Welcome.html>

Astro-Bildergalerie von O. Nickel: <http://www.uni-mainz.de/~nickel/Astrogalerie.html>