

# Interessante Zwergnova : Beobachtungen an U Geminorum

Autor(en): **Schirmer, Jörg**

Objektyp: **Article**

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

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

Heft 350

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-897253>

## **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.

## Interessante Zwergnova

# Beobachtungen an U Geminorum

■ Von Jörg Schirmer

*Der bekannte kataklysmische Veränderliche U Geminorum fasziniert nicht nur durch seine nahezu regelmässige wiederkehrenden Helligkeitsausbrüche, sondern auch als eine besondere Art Bedeckungsveränderlicher. Zur Beobachtung dieser Eigenschaft bedarf es schon einiger Zoll Öffnung.*

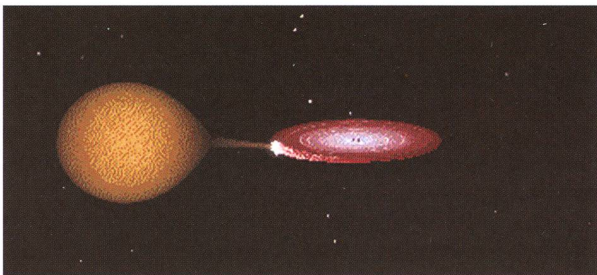


Abb. 1: Modellhafte Darstellung des Systems U Geminorum. Einzelbild aus der Animation [2].

Im Januar, Februar und März 2008 konnte ich meine Beobachtungen an U Geminorum als Bedeckungsveränderlichen aus dem vergangenen Jahr fortsetzen. Dabei habe ich den Stern in dreizehn Nächten jeweils über mehrere Stunden ungefiltert mit der CCD-Kamera Alpha-Maxi von OES am SCT C9¼ aufgenommen. Die Länge der Einzelaufnahmen betrug 60 Sekunden bei Binningstufe 3 (27µm-Pixel). Wie die Lichtkurven zeigten, führte diese Kombination aus geringer Helligkeit des Systems, nur etwas mehr als neun Zoll Öffnung und dabei nur eine Minute Belichtungszeit zu einer merkbaren Streuung der Datenpunkte. Diesen Kompromiss musste ich aber eingehen, um den Verlauf des kurzen Minimums einigermaßen abbilden zu können. In guten Nächten konnte ich Lichtkurven mit zwei Minima gewinnen. Neben Aufnahmen in der Ruhephase des Systems gelangen mir auch einige Aufnahmeserien während der Ausbruchphase, hier allerdings mit wesentlich kürzerer Belichtungszeit.

An die Dunkelstrom- und Flatfield-korrektur der Aufnahmen schloss sich die fotometrische Auswertung an, bei der wiederum das Fotome-

trieprogramm Muniwin Ver. 1.1.23 von DAVID MOTL zum Einsatz kam. Zum besseren Verständnis der nachfolgenden Ausführungen zeigt Abb. 1 eine modellhafte Darstellung des Systems U Geminorum. Die wichtigsten Grössen im System kann man der Tabelle (Abb. 2) nach Angaben von ZHANG und ROBINSON [1] entnehmen.

Zur weiteren Veranschaulichung der Vorgänge verweise ich auf die Animation eines Modells von V348 Pup auf der Internetseite der BAV [2]. Anders als bei V348 Pup wird bei U Gem der Weisse Zwerg vom Begleiter nicht bedeckt! Weiterhin gibt es im unteren Bereich der Internetseite der BAV zu U Gem [3] eine Lichtkurve mit erläuternden Grafiken.

	Masse km	Temperatur K	Masse in Sonnen-M.
Weisser Zwerg (WZ), Radius	6000	30000	1.12
Akkretionsscheibe innen, Radius	120000		
Akkretionsscheibe aussen, Radius	320000	4800	
↖(vor Ausbruch)	290000		
↖(nach Ausbruch)	390000		
Heisser Fleck (HF), Radius	32000	11600	
Roter Zwerg (RZ), Radius	300000	2900	0.53
Abstand WZ - RZ	1000000		
Massentransferrate			7.8 E - 10/a
Vorlauf HF vor RZ			32°
Betrachtungswinkel			70°

Abb. 2: Die wichtigsten Systemdaten zu U Geminorum nach Zhang und Robinson [1].

## Ruhephase

Ein Vergleich der im Februar und März erhaltenen Lichtkurven zeigt, dass sich der gesamte Zyklus in immer wiederkehrende Abschnitte einteilen lässt. Ich zeige dies am Beispiel der Lichtkurve vom 8. Februar 2008 (Abb. 3).

Im Punkt A der Lichtkurve wird der «Heisse Fleck» am linken Aussenrand der Akkretionsscheibe allmählich für uns sichtbar und dreht sich mit ihr innerhalb der nächsten 69 Minuten vollständig auf uns zu. Damit erreicht die Helligkeit bei Punkt B ihren Höhepunkt. Durch die weitere Drehung der Scheibe fällt das Maximum der Strahlung des «Heissen Flecks» nicht mehr in unsere Richtung und die Helligkeit geht in diesen 32 Minuten weiter um nicht ganz 0,2 mag zurück.

Wir sind im Punkt C. Nun beginnt die Bedeckung des «Heissen Flecks» durch den Begleitstern und die Helligkeit fällt innerhalb von nur 13 Minuten um etwas mehr als 0,7 mag ab. Der folgende Anstieg dauert dagegen lediglich etwa 6 Minuten, bleibt aber rund 0,2 mag unter der Helligkeit zu Beginn der Bedeckung. Dies ist verständlich, weil sich der «Heisse Fleck» weiter aus unserer Sichtlinie gedreht hat. In der Lichtkurve ist jetzt der Punkt D erreicht.

Im weiteren Verlauf zeigt die Helligkeit für rund 80 Minuten schnelle Schwankungen um die 0,1 mag (bis Punkt E). Danach fällt die Helligkeit bis zum Beginn des nächsten Zyklus (Punkt A2) weiter um fast 0,2 mag ab, wobei deutliche Helligkeitsschwankungen nun nicht mehr sichtbar sind. Der Abschnitt D bis A2 ist im Erscheinungsbild aber äußerst variabel.

Die eben angegebenen Helligkeitsunterschiede können je nach Aktivität der Akkretionsscheibe und des «Heissen Flecks» um 0,1 bis 0,2 mag schwanken. Auch in der Ruhephase ist das System nicht wirklich ruhig.

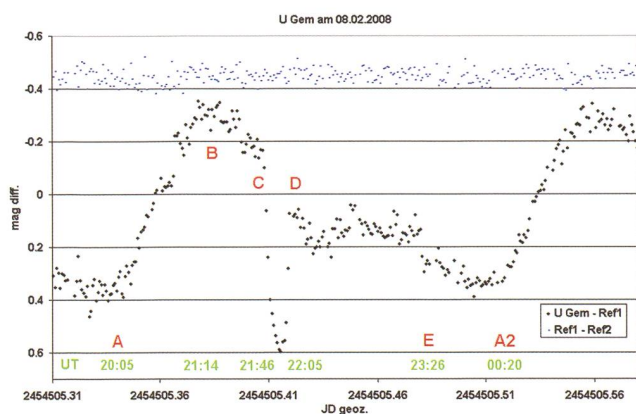


Abb. 3: Gesamtlichtkurve des Systems U Geminorum vom 08.02.2008. Die Bedeutung der roten Buchstaben ist im Text erläutert. Die scheinbare Helligkeit des Systems schwankt im Ruhezustand zwischen 14,1 mag und 15 mag. Die differenzielle Helligkeit (mag diff.) beschreibt die zu einem ausgewählten Vergleichssterne gemessene Helligkeitsdifferenz (U Gem - Ref.1). Zur Beurteilung der Datenqualität wird die Helligkeit dieses Vergleichssterne mit einem weiteren Stern verglichen (Ref.1 - Ref.2). Ergibt dieser zweite Vergleich eine waagerechte Linie mit möglichst geringen Abweichungen, so sind die erhaltenen Messwerte recht vertrauenswürdig. Erhält man dabei allerdings einen Kurvenzug oder eine Gerade mit einer merkbaren Steigung, so ist mindestens einer der Vergleichssterne selbst veränderlich und man muss einen anderen Stern verwenden.

### Ausbruchphase

In vier Nächten konnte ich jeweils mehrstündige Serien von U Gem während eines Ausbruchs aufnehmen. Hier kann man sehen, dass das System auch auf dem Höhepunkt der Ausbruchphase kleineren Helligkeitsschwankungen unterworfen ist. So zeigt die nachfolgende Lichtkurvensammlung (Abb. 4), dass am 16. Februar 2008 noch ein leichter

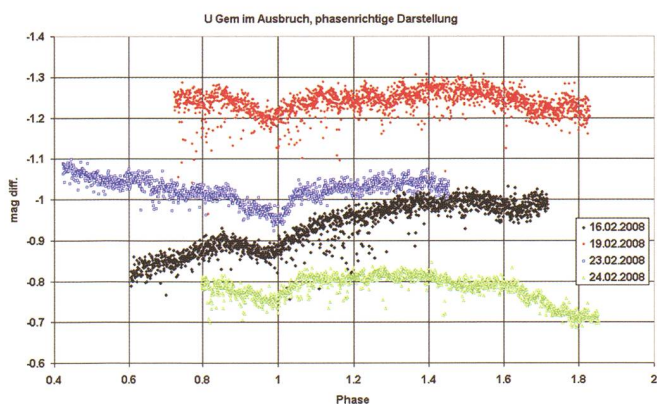


Abb. 4: Vier phasenrichtig aufgetragene Gesamtlichtkurven des Systems U Geminorum während eines Helligkeitsausbruchs. Die differenzielle Helligkeit bezieht sich hier auf andere (hellere) Vergleichssterne als in Abb. 3. Die maximale scheinbare Helligkeit während dieses Ausbruchs betrug 9,3 mag.

Anstieg in der Kurve selbst zu verzeichnen ist, am 19. Februar 2008 möglicherweise das Maximum erreicht ist, und am 23. und 24. Februar 2008 die Helligkeit schon wieder um mehrere Zehntel nachgelassen hat.

Mit Ausnahme des 23. Februar 2008 liegen die auftretenden Minima alle vor der Phase 1, also vor dem Minimum der Bedeckung des «Heissen Flecks». Damit scheint sich hier die Bedeckung der Akkretionsscheibe durch den Roten Zwergstern abzubilden. Man beachte auch die geringe Tiefe der Minima. Vielleicht darf man daraus

schliessen, dass nur ein kleiner Teil der Akkretionsscheibe bedeckt wird.

Meiner Meinung nach hat sich der Ausbruch von U Gem möglicherweise schon am 14./15. Februar 2008 angedeutet. Die betreffende Lichtkurve zeigt bereits ein um 0,2 mag angehobenes Aktivitätsniveau. Ebenso lassen sich die Nachwehen des Ausbruchs noch am 6. März 2008 nachweisen, wie die folgende Lichtkurve (Abb. 5) zeigt. Sie ist im gleichen Zeitmassstab und Helligkeitsbereich dargestellt wie die Lichtkurve vom 8. Februar 2008. Wie man sieht, ist das Niveau der Ruhephase noch nicht ganz erreicht.

Bemerkenswert ist hierbei auch, dass im Unterschied zur Lichtkurve vom 8. Februar 2008 (Abb. 3) im gesamten Bereich D bis A2 deutliche Lichtschwankungen bei beständig abnehmender mitt-

lerer Helligkeit stattfinden. Ein Zeichen für restliche Aktivitäten nach dem Ausbruch.

### Bedeckung des «Heissen Flecks»

Wie schon eingangs erwähnt, musste ich bei der Belichtungszeit einen Kompromiss eingehen, damit für die Bedeckung wenigstens 20 Datenpunkte zur Verfügung standen. Das reichte gerade so, um die grundlegende Form dieses Kurvenabschnitts zu ermitteln. Das geringe SNR tat ein Übriges. So ist nicht immer ganz klar, ob im Kurvenboden gerade Flackern auftritt, oder ob es sich um eine Folge von Datenstreuung handelt.

Die folgende Bedeckungslichtkurve vom 7. Februar 2008 (Abb. 6) zeigt in einer Ausschnittsvergrößerung den bereits weiter oben erwähnten langsameren Abstieg und schnelleren Anstieg der Helligkeit im Verlauf der Bedeckung. Zusätzlich ist nun auch die unterschiedliche Kurvenform der beiden Äste sowie die Änderung der Steigung im fallenden Ast genauer zu erkennen. Die Form des Kurvenbodens sieht hier fast rund aus, bleibt in der Gesamtschau der erhaltenen Minima aber unklar. Zudem wird in diesem Beispiel die Fortsetzung der Helligkeitskurve des «Heissen Flecks» über das Minimum hinaus deutlich. Dies kommt nicht in allen Beispielen so gut heraus, besonders dann nicht, wenn nach dem Minimum gerade ein heftiges Flackern stattfindet.

Der Vergleich aller Minima zeigt außerdem, dass sich die Tiefe der Minima in den zehn Tagen vor dem Ausbruch von 0,73 mag auf 0,57 mag verringerte. Dabei sollte man aber im Sinn haben, dass der nicht gut fassbare Kurvenboden geringe Unsicherheiten ins Spiel bringt.

Die Zeitpunkte der Minima ( $t_0$ ) ermittelte ich mit der von Krzeminski [4] für U Gem skizzierten Methode (Abb. 7). Wie bei allen grafischen Methoden führen die subjektiven Abschätzungen der Ausgleichsgeraden zu einer hohen Fehlerbreite, die man allerdings durch mehrmaliges Anwenden der Methode verringern kann. Bei diesem Verfahren sollte man auf jeden Fall genügend breite Flügelstücke vor und nach der Bedeckung des «Heissen Flecks» mit in die grafische Auswertung einbeziehen. Auf diese Weise gewinnen die einzuzeichnenden Ausgleichsgeraden an Verlässlichkeit. Besonders

## Zwergnova U Geminorum [5]

Dieses enge Doppelsternsystem besteht aus einem Zwergstern der Spektralklasse M4.5V, der sein Roche-Volumen ausfüllt, sowie einem Weißen Zwerg, der von einer Akkretionsscheibe umgeben ist. Die Umlaufperiode beträgt 4h 14m 44,7s. Für gewöhnlich werden nur kleinere, manchmal schnelle Lichtänderungen beobachtet, aber im Durchschnitt wächst alle 103,06 Tage die Helligkeit des Systems innert ein bis zwei Tagen um mehrere Größenklassen an und kehrt nach einem Zeitraum von fünf bis vierzehn Tagen in den ursprünglichen Zustand zurück. Im Minimum wird ein Kontinuums-Spektrum mit breiten H- und He-Emissionslinien abgestrahlt. Im Maximum verschwinden diese Linien fast oder werden zu flachen Absorptionslinien. Auf Grund unseres Einblickwinkels in das Sternsystem erleben wir pro Umlauf einen Bedeckungslichtwechsel, der durch die Bedeckung des „Heißen Flecks“ bedingt ist, welcher durch das Auftreffen eines Gasstroms vom begleitenden M-Stern auf die Akkretionsscheibe entsteht.

kritisch erscheint mir die Festlegung von  $m_2$  bei starker Streuung der Messwerte im Kurvenboden. Gemessen am derzeitigen Periodenwert von J. M. Kreiner schwanken meine B-R-Werte, das ist der Unterschied zwischen dem beobachteten Wert und dem mittels der bekannten Periode berechneten Wert, um  $\pm 0,0002$  d ( $\sim \pm 17$  s). Damit kann ich bei der Datenlage zufrieden sein.

### Periode

Betrachtet man die bis heute veröffentlichten Periodenwerte zu U Gem, so scheint sich eine kaum merkbare, aber dennoch vorhandene Verlängerung der Periode abzuzeichnen.

0,17690591 d (Krzeminsky, 1965),  
0,17690617 d (Arnold u. Berg, 1976),  
0,1769061898 d (J. Smak, 1993, Acta

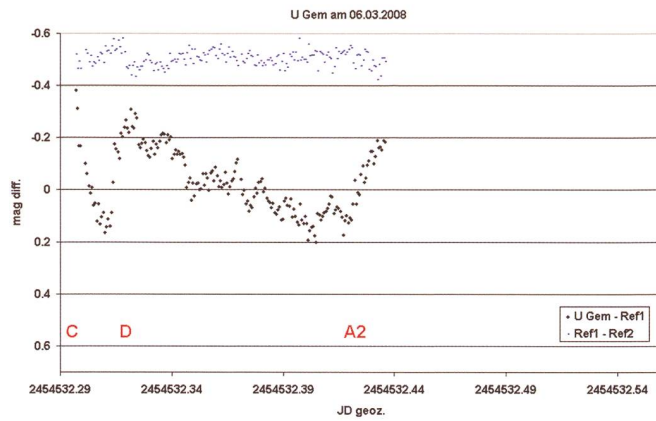


Abb. 5: Teillichtkurve des Systems U Geminorum vom 6. März 2008. Die mittlere Helligkeit des Ruhezustandes ist noch nicht wieder erreicht. Die Bedeutung der roten Buchstaben entspricht derjenigen in Abb. 3. Die differenzielle Helligkeit bezieht sich hier auf die selben Vergleichssterne wie in Abb. 3.

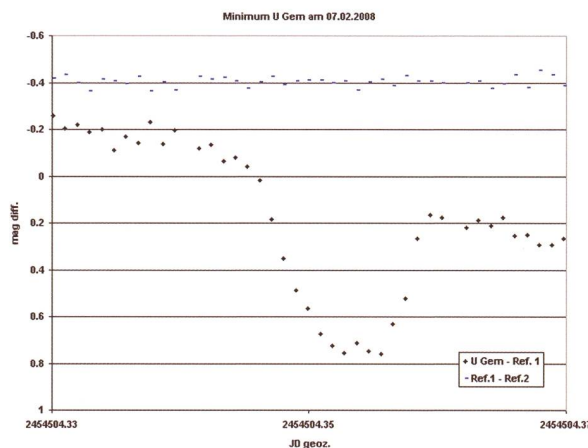


Abb. 6: Der Begleitstern bedeckt den «Heissen Fleck». Ausschnittsvergrößerung aus der Gesamtlichtkurve vom 7. Februar 2008. Die differenzielle Helligkeit bezieht sich hier auf die selben Vergleichssterne wie in Abb. 3.

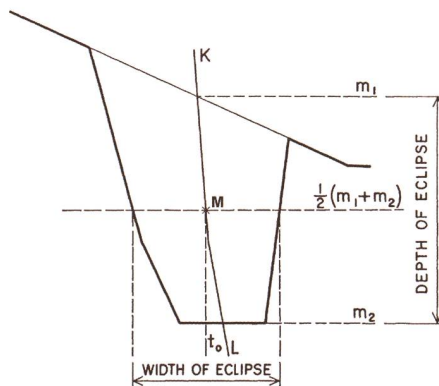


Abb. 7: Skizze von Krzeminsky zur Ermittlung der Minima [4]. Nur auf U Gem anzuwenden! Die Linie KL ist die Halbierende des Abstandes der Ausgleichsgeraden des absteigenden und aufsteigenden Astes. In Punkt M wird das Lot auf die Zeitachse gefällt. Der Schnittpunkt mit dieser ergibt den Minimumszeitpunkt  $t_0$ .

Astronomica, 43, 121), 0,176906239 d (J. M. Kreiner, 2004, Acta Astronomica, 54, 207ff), 0,176906253 d (J. M. Kreiner, pers. Mitteilung am 17. April 2008)

### Anmerkung

Mit den verwendeten Instrumenten sind bei diesem interessanten Veränderlichen keine tiefer greifenden Aussagen möglich. Über das Erreichte freue ich mich und werde im Rahmen meiner Möglichkeiten an dem Stern dranbleiben. Ich würde gerne einmal den Übergang vom Ruhezustand in den Ausbruch dokumentieren. In diesem Jahr war ja genau die Nacht vom 15. auf den 16.

Februar wolkig, bzw. hat das Hausdach die weitere Beobachtung am 14./15. Februar 2008 verhindert.

■ Jörg Schirmer  
CH-6130 Willisau

## Bibliographie

- [1] The eclipses of cataclysmic variables. II. U Geminorum; 1987ApJ...321..813Z
- [2] <http://www.bav-astro.de/eruptive/index.shtml>
- [3] <http://www.bav-astro.de/sterne/gemu.shtml>
- [4] The eclipsing binary U Geminorum; 1965ApJ...142..1051K
- [5] <http://www.sai.msu.su/groups/cluster/gcvs/gcvs>