

# Ein Minimum von LL Aqr (gerade noch) beobachtet

Stephan Bakan

**Abstract:** *CCD observations of a partial light curve of the long period eclipsing binary LL Aqr revealed a minimum at 54735,334 JD. To improve the reliability of the observed minimum, additional data from the sky surveys ASAS-3, NSVS(Rotse-I), and Hipparcos, have been used. The combined evaluation of these data sets yields the following updated elements:  $48762,555 + E \cdot 20,178305$*

## 1. Einleitung

Seit August 2008 warb Frank Walter in seinem monatlichen Beobachtungsaufwurf für Bedeckungsveränderliche wieder für die Beobachtung von LL Aqr. Zur Erläuterung las man da: „noch keine Ergebnisse in der LkDB“. Das ist auch nicht wirklich verwunderlich, denn LL Aqr ist eine verhältnismäßig harte Nuss für Beobachter. Während die Veränderlichkeit als solche wohl schon länger bekannt war, ist die im BAV-Circular benutzte Ableitung von Elementen noch recht jung (Otero und Dubovsky, 2004). Die Autoren hatten aus Daten der Himmelsdurchmusterungen ASAS, NSVS(Rotse-I) und Hipparcos eine Periode von 20,1784 Tage abgeleitet. Aus der sehr asymmetrischen Phasenlage des ausgeprägten Nebenminimums (es tritt etwa 6,4 Tage nach dem Min I ein) schlossen die Autoren auf ein exzentrisches und damit auch besonders interessantes System. Die Dauer der Minima beträgt aber nach der dort angegebenen Grafik nur etwa 10 Stunden. Es gibt also pro Beobachtungssaison nur eine gute Handvoll Beobachtungsschancen. Damit ist die Wahrscheinlichkeit für eine erfolgreiche Beobachtung eines Minimums in Anbetracht unserer hiesigen Witterungsverhältnisse nicht besonders groß. Dazu kommt, dass die Helligkeitsänderung mit etwa 0,6 mag für visuelle Beobachter eher grenzwertig ist.

Im Folgenden kann ich über eine einigermaßen erfolgreiche CCD-Beobachtung berichten, die aber erst durch die Nutzung zusätzlicher Informationen vollwertig wird.

## 2. Die Beobachtung

Für den 25. September 2008 war das Minimum I von LL Aqr für ca. 22:30 MESZ vorhergesagt. Dazu war an diesem Abend auch noch das Wetter akzeptabel und meine Ausrüstung arbeitsfähig. Daher konnte ich LL Aqr tatsächlich über ca. 4 Stunden mit meiner CCD-Kamera (Meade DSI Pro II mit Schuler V-Filter an 6" Schmidt-Newton auf Meade LXD 75) verfolgen, bevor ich wegen einsetzenden Nebels aufgeben musste. Die Datenverarbeitung mit Hilfe von MuniWin liefert die Lichtkurve in Abb.1, die leider zeigt, dass ich LL Aqr nicht schon im Abstieg sondern erst im Minimumlicht erfasst habe.

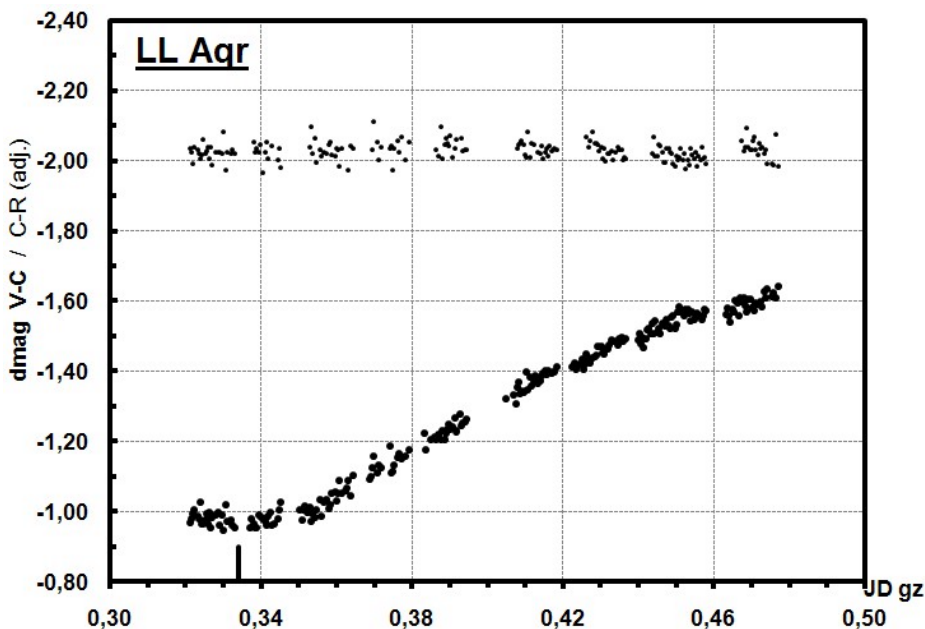


Abb. 1: Lichtkurve von LL Aqr vom 25. Sept. 2008 (2454735 JD) im Vergleich mit Tyc 5236-708

Bei genauerem Betrachten der Lichtkurve (LK) scheint das Minimumlicht aber nicht ganz konstant zu sein, sondern anfangs noch ein schwaches Absinken zu zeigen. Trotz der erheblichen Streuung meiner Datenpunkte habe ich nach einer Glättung mit Hilfe der Tracing-Paper-Methode im Programm Minima25 gewagt ein Minimum zu schätzen. Es ergab sich zu 0,334d, was einem B-R von +0,024 entspricht. Wegen des fehlenden Abstieges ist dieser Wert aber doch recht unsicher ( $\sim 0,003$ d) und ich habe daher versucht, das Ergebnis durch Nutzung von Zusatzdaten abzusichern.

### 3. Vergleich mit historischen Daten

Otero und Dubovsky (2004) zeigen eine vollständige LK von LL Aqr über alle Phasen, für die ASAS-, NSVS- und Hipparcos-Daten zwischen 1990 und 2006 verwendet wurden. Dabei ist das Hauptminimum immerhin durch 10 Einzelwerte belegt. Die Abbildung in ihrem Originaltext ist aber so ungünstig skaliert, dass man das genaue Verhalten der LK nahe beim Hauptminimum nicht erkennen kann. Daher wollte ich die dort verwendeten Daten für die genauere Einschätzung meiner eigenen Beobachtung ebenfalls benutzen. Da ich anfänglich nicht wusste, wie ich an die Hipparcos-Daten komme, wollte ich mich eben mit Datenpunkten von ASAS-3 und NSVS begnügen. Dabei wurde mir aber schnell klar, dass diese Datenpunkte zufällig auch alle auf dem aufsteigenden Ast der LK liegen und mir damit zur Bewertung des

Minimumzeitpunktes nicht wesentlich helfen. Also musste ich doch auch den Weg zu den Hipparcos-Daten finden, was letztlich über ViZier gar nicht so schwierig war. Hier sind auch 2 Beobachtungen im Abstieg zum Min I enthalten, was zur Abschätzung seiner tatsächlichen Lage für meine Beobachtungsnacht hilfreich sein sollte.

Dann habe ich alle Daten mit Hilfe der BAV-Elemente ohne weitere Änderungen auf meine Beobachtungsnacht reduziert. Die resultierende Abb. 2 hat mich aber ganz erheblich ernüchert. Nicht nur, dass meine Messdaten deutlich größere Helligkeiten ergeben als die übrigen Quellen. Bei genauerer Betrachtung fiel auch auf, dass selbst die Helligkeiten des ungestörten Sternlichtes bei den drei verwendeten Datensätzen bemerkenswert unterschiedlich sind. Genauerer Nachlesen bei Otero und Dubovsky (2004) machte mir dann klar, dass diese Unterschiede daher stammen, dass nur die ASAS-Werte mit einem V-Filter gewonnen sind, während die Daten des NSVS und von Hipparcos ohne Filter aufgenommen sind. Die Autoren haben sich im Wesentlichen mit dem Anheben der Helligkeiten im ungestörten Licht auf das Niveau der ASAS-Werte beholfen und die gemessene Amplitude beibehalten.

Daher habe auch ich die Helligkeiten der beiden Datensätze so angepasst, dass sie im ungestörten Licht mit den ASAS-Werten gleich sind, was schon ein deutlich besseres Bild ergibt. Meine eigenen Daten musste ich dabei um den überraschend hohen Betrag von etwa 0,26 mag absenken, damit sie mit den ASAS-Daten vernünftig übereinstimmen.

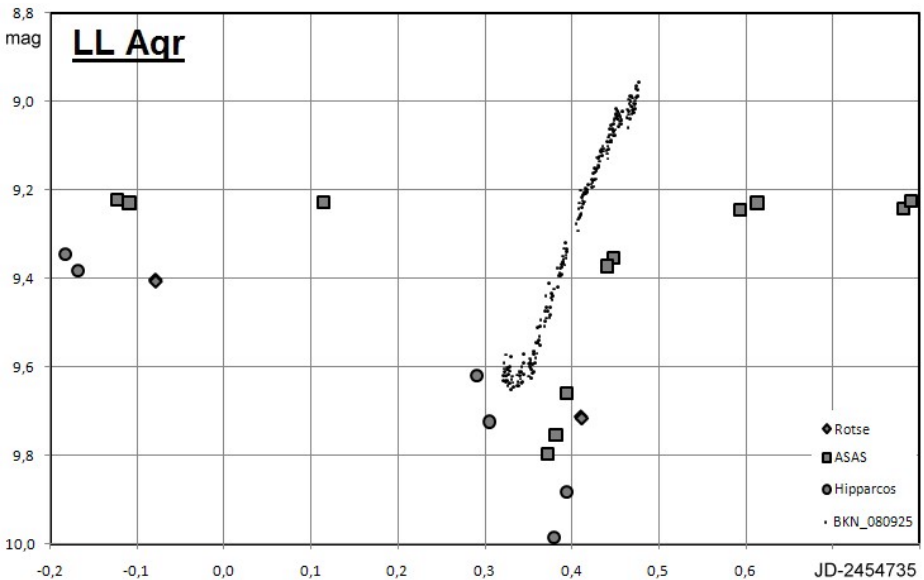


Abb. 2: Helligkeitsverlauf von LL Aqr mit den Daten von ASAS-3, Rotse-I (NSVS), Hipparcos und meiner eigenen Beobachtung vom 25. Sept. 2008, reduziert mit den BAV-Elementen

Gegenüber den ASAS- und NSVS-Datenpunkten bleiben allerdings der ansteigende Ast der Hipparcos-Daten immer noch (um ca. 0,5h) zu größeren und meine eigene LK (um etwa 0,3h) zu kleineren Phasenwerten verschoben. Da ja die Hipparcos-Daten von etwa 1990 und die NSVS- und die ASAS-Daten aus der Zeit zwischen 2000 und 2006 stammen war es naheliegend, eine kleine Ungenauigkeit der von Otero bestimmten Elemente anzunehmen. In der Tat kann man durch kleine Korrekturen von E0 und P alle Datensätze sauber in eine übereinstimmende LK bringen (Abb. 3). Diese neuen Elemente lauten:

$$R = 48762,555 + E \cdot 20,178305 \text{ (gegenüber } 48762,552 + E \cdot 20,1784 \text{ bei Otero)}$$

Da bei einem bedeckungsveränderlichen System Ab- und Wiederanstieg der LK symmetrisch sein sollen, ist in Abb. 3 auch die Spiegelung meiner Daten an der Phase 0 eingetragen. Und daraus lässt sich gut erkennen, dass das vorhin abgeleitete Minimum (s. Abb. 1) auch tatsächlich genau an der Stelle der Phase 0 liegt.

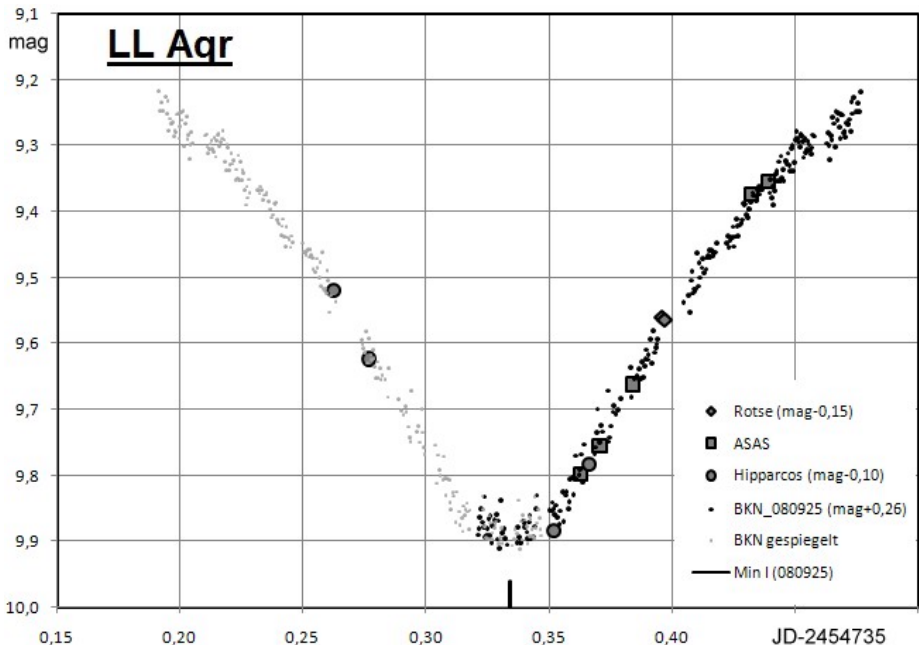


Abb. 3: Helligkeitsverlauf von LL Aqr um das Min I nach Reduktion der einzelnen Datenquellen und mit aktualisierten Elementen (s. Text)

Gleichzeitig erkennt man aus Abb. 3, dass die von mir aufgenommene LK wohl sehr kurz vor dem ungestörten Licht endet. Daraus ergibt sich eine geschätzte Gesamtdauer der Bedeckung D von etwa 8h. In der Umgebung des Minimums meint man bei genauer Betrachtung durchaus noch einen leichten Ab- und Wiederanstieg zu

erkennen. Der könnte daher stammen, dass der bedeckende Stern deutlich kleiner ist als der Hintergrundstern. Wenn der kleinere Stern zwar voll innerhalb der Scheibe des größeren, aber sehr randnah, vorbei zieht, dann würde die Randverdunklung des Hintergrundsterns wohl einen solchen schwach gekrümmten Verlauf bewirken. Daher könnte man durchaus dem Verlauf der LK im Minimum ein  $d$  von etwa  $0,7h$  zuordnen.

#### 4. Schlussbemerkungen

Natürlich fand ich es befriedigend, vermutlich der Erste zu sein, der ein Minimum von LL Aqr erfasst hat, wenn auch nur ganz knapp. Andererseits fand ich aber auch die letztlich wohl doch erfolgreiche Kombination meiner Messungen mit den vorliegenden Ergebnissen von professionellen Himmelsdurchmusterungen sehr spannend. Das ermöglicht einem trotz beschränkter Beobachtungszeit und Ausrüstung brauchbare Ergebnisse auch aus sonst eher marginalen Beobachtungen zu erhalten. Natürlich gibt es methodisch immer noch Vieles zu verbessern, für die vorliegende Fragestellung scheint mir aber die gewählte Vorgehensweise sinnvoll zu sein.

Darüber hinaus war der Beobachtungsabend am 25. September für mich auch noch in einer anderen Hinsicht super spannend und erfolgreich. Ich habe es nämlich zum ersten Mal erlebt, dass in meinem CCD-Feld während der Beobachtungszeit neben dem Zielstern noch zwei weitere Sternchen ihre Helligkeit substantiell geändert haben. Das war zum Einen GX Aqr, ein pulsierender Veränderlicher vom RR-Lyr-Typ, der zum Ende meiner Beobachtungszeit gerade sein Minimum durchlaufen und zum rasanten Helligkeitsanstieg angesetzt hat. Zum Anderen habe ich aber auch einen offenbar bisher unbekanntes Variablen erwischt, dessen Helligkeit sich mit einer Periode von  $0,17d$  zwischen etwa  $13,3$  und  $13,8$  mag verändert. Das ist aber eine andere Geschichte, über die ich zu gegebener Zeit berichten werde.

Verwendete Literatur:

Otero, S. A. und P. A. Dubovsky (2004): IBVS 5557

Dr. Stephan Bakan, Stettinstr. 20, 22880 Wedel, [stephan.bakan@t-online.de](mailto:stephan.bakan@t-online.de)

Anmerkung des Leiters Sektion Auswertung Joachim Hübscher:

Eine Veröffentlichung des Minimums in den BAV Mitteilungen ist allerdings allenfalls mit Unsicherheitskennzeichnung möglich, wenn ein Minimum unter Hinzuziehung von externen Daten gewonnen wird. Das schmälert nicht die Wichtigkeit des so gewonnenen Ergebnisses, um zukünftige Vorhersagen deutlich zu verbessern.