

## Auswertung historischer Aufnahmen des Observatoriums Hoher List

### XI) Vier Kandidaten für veränderliche Sterne im Sternbild Schwan

Michael Geffert, Marvin zur Mühlen, Jonathan Hardenake, Simon Kraus

#### Einleitung

Das Institut für Didaktik der Physik der Universität Siegen hat 2024 ein Projekt ins Leben gerufen, in dessen Rahmen, unter anderem, die Möglichkeit einer didaktischen und wissenschaftlichen Nutzung von historischen Fotoplatten untersucht werden soll. Die Arbeiten konzentrieren sich derzeit auf das Fotoplattenarchiv der Bonner Universitätssammlung "Meilensteine der Bonner Astronomie". In diesem Archiv befinden sich auch Serien mit Aufnahmen einiger OB-Assoziationen aus der Zeit um 1970 mit dem Bolivia-Astrographen ( $D=0.3\text{m}$ ,  $f=1.5\text{m}$ ). Mit diesem Material sollte seinerzeit nach jungen veränderlichen Sternen gesucht werden. Aufgrund der Einschränkungen der damaligen technischen Möglichkeiten blieben diese Aufnahmen bis heute allerdings weitgehend unausgewertet. In diesem Artikel präsentieren wir erste Resultate der Auswertung eines kleinen Feldes der Cyg OB9 Assoziation.

#### Beobachtungen und ihre Messung

Das Aufnahmematerial besteht aus 46 Aufnahmen der Cygnus OB9 Assoziation, die vom April bis zum November 1969 aufgenommen wurden. Vermutlich handelt es sich um die erste Serie, die mit dem neuen Objektiv aufgenommen wurde, das 1968 von der Firma Zeiss Jena für den Astrographen geliefert wurde. Für diese Aufnahmen verwendeten die Astronomen am Hohen List 67A50 Fotoplatten von AGFA, die später durch die empfindlicheren KODAK 103a-O Emulsionen abgelöst wurden.

Abb. 1: Scan des für die hier präsentierte Untersuchung verwendeten Sternfeldes. Es handelt sich um einen Ausschnitt der Platten der Cyg OB9 Assoziation. Mittig ist der Sternhaufen M29 sichtbar (Originalaufnahme: Observatorium Hoher List, F. Giesecking, 1969).



Die Digitalisierung der Platten erfolgt mit einem EPSON Perfection V850 Pro. Die digitalisierten Dateien werden anschließend mithilfe von dem Programm Astrometric STacking Program (ASTAP) aufeinander registriert und daraufhin auf gleiche Bereiche zugeschnitten. Für die astrometrische Kalibration der zugeschnittenen Dateien wird hier das Programm Astroart 5 genutzt. Aus den kalibrierten Messungen von zwei Aufnahmen erfolgt die Bildung eines Masterkataloges mit fortlaufender Nummerierung. Dieser Katalog enthält nur solche Sterne, die in beiden Messreihen enthalten sind. Damit lässt sich Identifikation von Plattenfehlern als Objekte des Masterkatalogs weitgehend ausschließen. Der finale Katalog enthielt insgesamt 1236 Sterne.

Die kalibrierten Messungen verwenden wir, um die Messungen mit Hilfe des Masterkatalogs in ein einheitliches Nummerierungssystem zu übertragen. Für die nachfolgenden Untersuchungen gehen wir davon aus, dass der Farbbereich der Aufnahmen in etwa dem Johnsonschen B-Bereich entspricht. Als Referenzkatalog für die Fotometrie kommen folglich die B-Helligkeiten des APASS 9 Katalogs (Vizier) in Verbindung mit einer eigenen Software zur Anwendung.

### Erster fotometrischer Test

Eine erste Reduktion des Plattenmaterials lieferte für alle Sterne Helligkeitswerte auf allen Fotoplatten. Für jeden Stern errechneten wir in einem zweiten Schritt die mittlere Helligkeit und den zugehörigen RMS-Wert. Abbildung 2 zeigt ein Diagramm, in dem diese beiden Werte für Sterne, die auf mehr als 40 Platten gemessen werden konnten, gegeneinander aufgetragen sind.

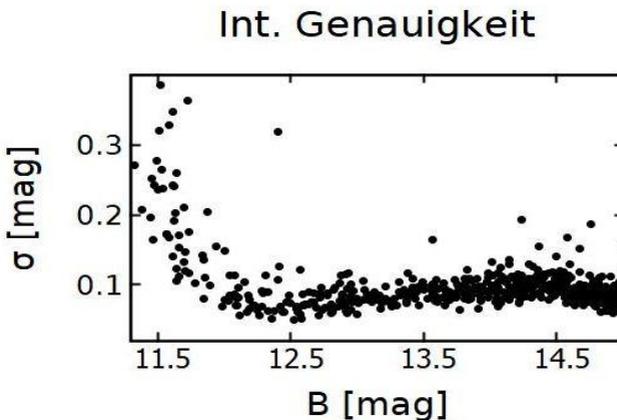


Abb. 2: Mittlere Helligkeit und RMS unserer Messungen für 555 Sterne, die auf mindestens 40 Aufnahmen gemessen werden konnten.

Wird der RMS-Wert als Maß für die Genauigkeit unserer Messungen genommen, dann zeigt Abbildung 2, dass diese in einem Helligkeitsintervall von B=12 mag bis B=15 mag in etwa bei 0.1 mag pro Platte liegt. Die mittleren Abweichungen der

Messungen aus dem APASS-Katalog stimmten mit diesem Wert überein. Allerdings zeigt Abbildung 2 auch, dass es für hellere Sterne ( $B < 12$  mag) systematische Abweichungen gab. Genauer gesagt bedeutet es, dass mit dem verwendeten Programm die Anpassung der Messungen an den Katalog nicht über das ganze Helligkeitsintervall gleichzeitig möglich ist. Aus diesem Grunde erfolgte die weitere Reduktion getrennt für die Helligkeitsbereiche  $B < 12$  mag und  $B > 12$  mag.

### Vier Kandidaten aus dem Variable Star Index (VSX) der AAVSO

Der Variable Star Index (VSX) listet in unserem Feld vier als "suspected" bezeichnete veränderliche Sterne auf: NSV 25123, NSV 25138, NSV 25139 und NSV 25148. Tabelle 1 stellt die Angaben des VSX zur vermuteten Amplitude dieser vier Sterne zusammen.

| Katalogbezeichnung    | NSV 25123 | NSV 25139     | NSV 25138    | NSV 25148     |
|-----------------------|-----------|---------------|--------------|---------------|
| Variabilität (mag, V) | 10 – 12.8 | 10.14 – 10.45 | 10.49 – 10.9 | 10.55 – 10.72 |

Tab. 1: Vermutete Amplitude der untersuchten Sterne nach dem Variable Star Index.

Im Folgenden soll die Variabilität dieser Sterne anhand unserer Daten und anderer im weiteren Verlauf noch näher diskutierter Messungen untersucht werden. Da alle vier Sterne bei einer ersten Reduktion eine Helligkeit von  $B < 12$  aufweisen, wurde die endgültige Reduktion mit etwa 60 Referenzsternen des APASS 9 Katalogs in einem Helligkeitsintervall von  $10 < B < 12$  durchgeführt. Das RMS der Abweichungen betrug im Mittel 0.11 mag. Die Lichtkurven der Sterne aus unseren Messungen sind in den Abbildungen 3a bis 3d zu sehen.

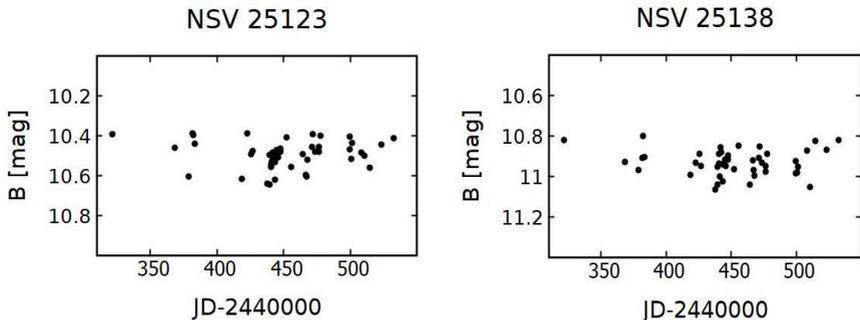


Abb.: 3a und 3b: Lichtkurven von zwei vermuteten Veränderlichen aus unseren Daten.

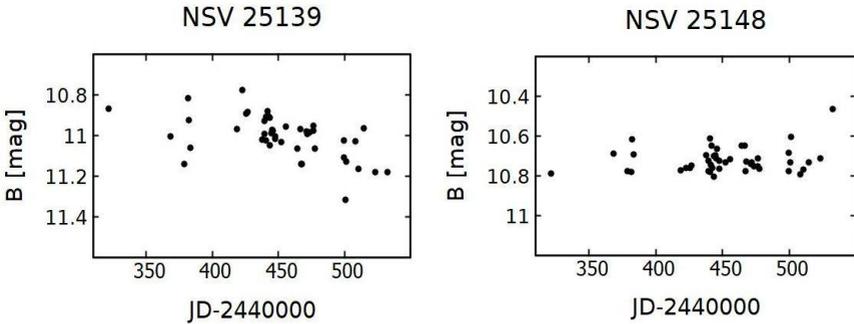


Abb.: 3c und 3d: Lichtkurven von zwei weiteren Veränderlichen aus unseren Daten.

Die Lichtkurven in den Abbildungen lassen im Wesentlichen keine Änderung des Lichtwechsels erkennen. Allenfalls bei NSV 25139 (Abb. 3c) wäre eine Absenkung des Sternlichtes erkennbar, die aber an der Grenze der Messgenauigkeit liegt. Unsere Daten zeigen das Verhalten der Sterne für das Jahr 1969. Aktuellere Lichtkurven bieten die Daten für veränderliche Sterne der ASAS-SN-Datenbasis (Shappee et al. 2014, Jayasinghe et al. 2018). Die Lichtkurven, die aus dieser Datenbasis erstellt wurden, sind in den Abbildungen 4a bis 4d zu sehen. Da die Grundlage dieser Daten Aufnahmen mit CCD-Kameras sind, ist ihre Genauigkeit mit 0.02 mag unseren fotografischen Messungen deutlich überlegen.

Die mithilfe von CCD-Sensoren gewonnenen Daten zeigen noch eindeutiger das konstante Verhalten der Helligkeit der Sterne über knapp vier Jahre von 2015 bis 2019.

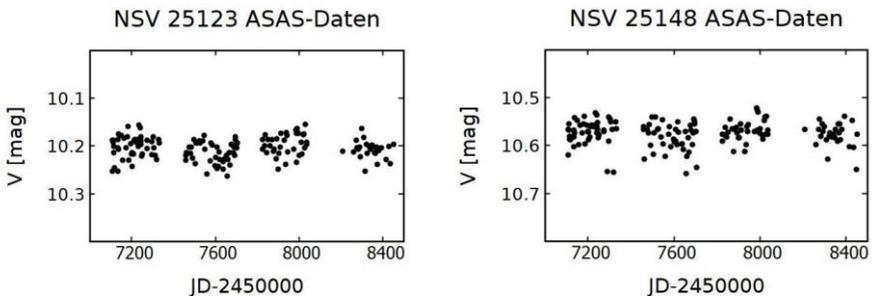


Abb.: 4a und 4b: Lichtkurven von zwei vermuteten Veränderlichen aus den ASAS-SN-Daten.

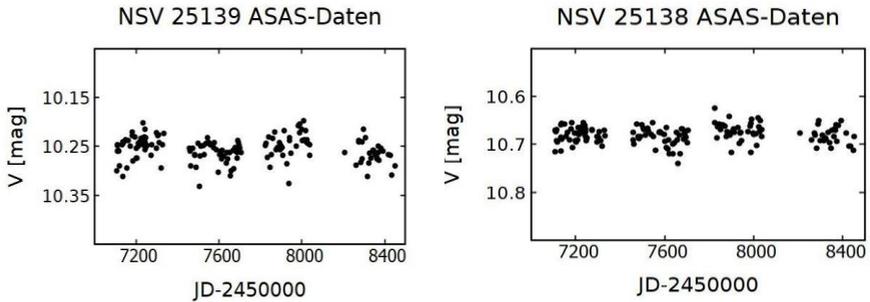


Abb.: 4c und 4d: Lichtkurven der vermuteten Veränderlichen aus den ASAS-SN-Daten.

Aufgrund der prominenten Lage der vier im Detail untersuchten Sterne, welche im Feld des Sternhaufens Messier 29 liegen, gibt es für sie auch Helligkeitsbestimmungen aus der Vergangenheit von anderen Autoren. Allerdings handelt es sich bei diesen Aufnahmen lediglich um Einzelmessungen und keine über Aufnahmeserien erstellten Lichtkurven. Diese Einzelmessungen sind nachfolgend in Tabelle 2 zusammengefasst. Die B-Helligkeiten vom Observatorium Hoher List wurden mit Hilfe der (B-V)-Daten aus dem APASS 9 Katalog in V-Werte (**HL**) umgewandelt. Sanders (1973) (**S**) bestimmte die Eigenbewegungen der Sterne im Feld von Messier 29, um die Haufensterne zu separieren. Als Nebenprodukt ergaben sich auch die V-Helligkeiten der Sterne. Sanders merkt aber in der Arbeit auch die mangelnde fotometrische Qualität seiner Fotoplatten an. Es folgen die fotometrischen Arbeiten von Kazlauskas A. & Jasevicius V. (1986) (**KJ**) und Joshii et al. (1983) (**JSS**). Die letzten beiden Spalten geben die mittlere Helligkeit des APASS 9 Katalogs (**APASS 9**) und der Datenbasis ASAS (**ASAS**) wieder. Bis auf die Helligkeiten von Sanders liegen die über die Jahre gemessenen Helligkeiten nahe beieinander.

Nach unseren Untersuchungen lassen sich demnach weder in der Zeit von 1969 noch in der Zeit von 2015 bis 2017 Helligkeitsveränderungen der vier Sterne nachweisen. Auch weitere Einzelmessungen aus verschiedenen Jahren deuten darauf hin, dass die Sterne eine gleichbleibende Helligkeit haben.

***Aus den vorliegenden Ergebnissen schließen wir, dass NSV 25123, NSV 25138, NSV 25139 und NSV 25148 keine variablen Sterne sind.***

| <b>Stern</b> | <b>HL<br/>(1969)</b> | <b>S<br/>(1973)</b> | <b>KJ<br/>(1981)</b> | <b>JSS<br/>(1983)</b> | <b>APASS 9<br/>(2015)</b> | <b>ASAS<br/>(2017)</b> |
|--------------|----------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|---------------------------|------------------------|
| NSV 25123    | 10.16                | 12.76               | 10.11                | 10.11                 | 10.102                    | 10.22                  |
| NSV 25138    | 10.62                | 10.05               | 10.53                | --                    | 10.548                    | 10.69                  |
| NSV 25139    | 10.23                | 9.73                | 10.24                | 10.24                 | 10.215                    | 10.27                  |
| NSV 25148    | 10.49                | 10.50               | 10.57*)              | 10.57                 | 10.570                    | 10.59                  |

Tab. 2: Mittlere V-Helligkeiten der Kandidaten aus verschiedenen Quellen (siehe Text).

\*) Für den Stern NSV 25148 ist im Datenzentrum Simbad eine falsche KJ-Nummer angegeben.

### Danksagung

This research has made use of the International Variable Star Index (VSX) database, operated at AAVSO, Cambridge, Massachusetts, USA.

This research has made use of the VizieR catalogue access tool, CDS, Strasbourg, France (DOI: 10.26093/cds/vizieR). The original description of the VizieR service was published in 2000, A&AS 143, 23.

We'd like to thank Han Kleijn from ASTAP-Software, who adapted his software to our needs.

Wir danken dem Argelander Institut der Universität Bonn für die Möglichkeit, das historische Plattenmaterial zu nutzen.

Die Autoren möchten der Wilfried- und Ingrid-Kuhn-Stiftung für ihre großzügige Unterstützung danken, deren Förderung die dieser Publikation zugrundeliegenden Arbeiten möglich gemacht hat.

### Literatur

Jayasinghe T. et al., 2018, MN 477, 3145

Joshi U.C. et al., 1983, PASJ 35, 405

Kazlauskas A. & Jasevicius V., 1986, Vilnius Astron. Obs. Biul., 75, 18

Shappee B.J. et al., 2014, ApJ 788, 48

Sanders W.L., 1973, A&AS 9, 221

Michael Geffert  
Birtzberg Observatorium  
Siefenfeldchen 104  
53332 Bornheim  
birtzberg\_obs@posteo.de

Marvin zur Mühlen, Jonathan Hardenake  
Simon Kraus  
Didaktik der Physik  
Universität Siegen  
Adolf -Reichwein-Straße 2  
57068 Siegen  
mamuehlen@mpia.de