

# Auswertung historischer Aufnahmen des Observatoriums Hoher List

## VII) Veränderliche Sterne in einem Feld westlich von NGC 7023

Michael Geffert

**Abstract:** *From 37 photographic observations of the astrograph at Hoher List observatory from 1970, we analysed the light curves of 36 variable stars from the Variable Star Index (VSX) of the AAVSO. 16 stars did not show variability within our measurement uncertainties. We give light curves of 9 long-period variable stars. Moreover, the periods of the Cepheid NSVS 1246854 determined from our data and from ASAS measurements coincide very well. We also present final light curves of two stars, detected by us three years ago (Geffert et al 2020).*

### Einleitung

Der Bolivia-Astrograph am Observatorium Hoher List (Geffert, 2023) erhielt im Jahre 1969 ein neues Objektiv, mit dem es möglich wurde, Felder von  $6^{\circ} \times 6^{\circ}$  am Himmel ohne größere Abbildungsfehler zu erfassen. Es handelte sich um einen Sonnefeld-Vierlinser der Firma Zeiss / Jena mit einer Brennweite von 1.5 m und einer Öffnung von 30 cm. Mit diesem Teleskop fertigte Frank Giesecking, in dieser Zeit Doktorand der Bonner Universität, Aufnahmeserien von ausgewählten Himmelsarealen an, um nach jungen veränderlichen Sternen zu suchen (Schmidt & Giesecking, 1977).



Abb. 1: Kuppel des Bolivia-Astrographen am Observatorium Hoher List um 2007. Im Hintergrund erkennt man die Kuppel des RC-Teleskops.

Wegen der 2012/2013 noch unklaren Zukunft des Observatoriums in der Eifel kamen diese Fotoplatten nach Bonn und bildeten dort den Grundstock einer neuen Sammlung der Bonner Universität. Die Beobachtungsserien konnten seinerzeit wegen der noch nicht vorhandenen technischen Möglichkeiten nur unvollkommen ausgewertet werden. Mit modernen Scannern und Computern ist man heute aber in der Lage, diese Platten wesentlich umfangreicher zu bearbeiten, als das um 1970 noch der Fall war. Das vor knapp fünf Jahren gegründete Birtzberg-Observatorium hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Helligkeiten der veränderlichen Sterne auf solchen Platten zu sichern und sie über die Archive der AAVSO und der BAV der Allgemeinheit zur Verfügung zu stellen. Nach ersten Ergebnissen Geffert et al. (2022) präsentieren wir in dieser Arbeit die systematische Untersuchung aller bekannten veränderlichen Sterne in einem  $2^0 \times 2^0$  Feld in der Umgebung von NGC 7023. Die Mitte des untersuchten Feldes liegt bei  $\alpha_{2000} = 20\text{h}48\text{m}25\text{s}$ ,  $\delta_{2000} = +68^{\circ}01'58''$ , also westlich von NGC 7023.

### Einige grundsätzliche Bemerkungen zur Nutzung historischer Fotoplatten

Der Grundgedanke bei der Arbeit mit historischem Material liegt darin, dass man Informationen über veränderliche Sterne aus einer Zeit erhält, die heute nicht mehr zugänglich ist. Ob es sich allerdings wirklich um wissenschaftlich bedeutende Informationen aus der Analyse der Lichtkurven von z.B. vor 50 Jahren handelt, wird man wohl erst in Zukunft gesichert beurteilen können.

Ein Nachteil bei der Analyse von historischen Fotoplatten liegt sicher darin, dass die Genauigkeit der Fotometrie nur bei 0.1 mag liegt und damit vergleichbar mit der Güte von visuellen Schätzungen ist. Dafür erhält man bei der Analyse von Fotoplatten einer Serie in der Regel Daten etlicher Sterne gleichzeitig und erreicht vor allem gegenüber der visuellen Technik deutlich schwächere Sterne.

Fotografische Serien sind oft so angelegt, dass es nicht mehr als eine Platte pro Beobachtungsnacht gibt. Im Hinblick auf die wenigen klaren Nächte mit geringem Mondlicht führt das zu Serien von nur etwa 30–60 Platten im Jahr. Der hier vorgestellte Datensatz von NGC 7023 besteht aus 37 Platten, die innerhalb von 395 Tagen aufgenommen wurden. Die Farbe der Beobachtungen entspricht in etwa der B-Helligkeit des Johnsonschen Farbsystems. Die Größe der Fotoplatten variierte von 9 cm x 12 cm bis zu 16 cm x 16 cm. Ein solcher Datensatz ist geeignet für Sterne mit längeren Perioden (10 bis 300 Tagen). Für kurzperiodische Sterne mit mehreren Maxima und Minima ist die Nutzbarkeit eines solchen Datensatzes begrenzt und sehr davon abhängig, ob die Periode konstant ist und wie sich die Beobachtungszeiten über die Phasenkurve verteilen.

Tab. 1: Standardabweichungen der Helligkeiten von Sternen ohne Helligkeitsänderung in Abhängigkeit ihrer Helligkeit.

$\sigma_B$ [mag]	0.05	0.06	0.07	0.08	0.12
B [mag]	13	14	15	16	17

### Bearbeitung des Fotomaterials

Die Fotoplatten wurden auf einem Epson 4990 Durchlichtscanner digitalisiert. Eine erste astrometrische Kalibration erfolgte durch das Programm Astroart 5 mit dem UCAC4-Katalog. Wegen der Gefahr von systematischen Fehlern bei der Bearbeitung

großer Felder, verwendeten wir für die fotometrische Kalibration (APASS 10-Katalog) immer nur Vergleichsterne aus einem Feld mit einem Radius von maximal  $R < 20'$  um den veränderlichen Stern. Außerdem beruhte die Kalibration nur auf Sternen in einem Helligkeitsintervall von  $\pm 1$  mag um die Extremwerte der Helligkeiten eines Veränderlichen. Die Anzahl der Vergleichsterne schwankte je nach Dichte des Feldes von 50 bis zu 200 Sternen. Eine eigene Software kam bei der Datenreduktion zur Anwendung.

### **Abschätzung des Fehlers unserer Messungen**

Um eine Vorstellung über die Genauigkeit unserer Messungen zu erhalten, bestimmten wir nach der Kalibration für jeden Stern aus den Daten verschiedener Platten eine mittlere Helligkeit mit Standardabweichung  $\sigma_B$ . Bei Sternen, deren Helligkeit sich nicht ändert, ist diese Standardabweichung ein gutes Maß für den Fehler einer einzelnen Helligkeitsmessung. Tabelle 1 gibt die Standardabweichung für verschiedene Helligkeiten wieder.

### **Sterne ohne Helligkeitsvariationen**

Der Variable Star Index (VSX) der AAVSO gibt für unser Feld 71 Kandidaten variabler Sterne an (Stand Sommer 2023). Diese Untersuchung berücksichtigt (mit Ausnahmen) nur Sterne, die auf mehr als 30 Fotoplatten identifiziert wurden. Von diesen Sternen konnten bei 16 Sternen in unseren Messungen keine signifikante Variation der Helligkeit nachgewiesen werden. Die Ursache liegt sicherlich auch in der geringen Messgenauigkeit der fotografischen Platten. Tabelle 2 listet alle 16 Sterne mit ihren mittleren B-Helligkeiten auf. Wir folgen in dieser Arbeit der BAV-Empfehlung, bei der Einsendung der Daten ins BAV-Archiv die 2MASS Bezeichnung zu verwenden.

Tab. 2: Veränderliche Sterne in unserem Feld ohne für uns messbare Helligkeitsvariationen. Die B-Helligkeiten wurden über alle Messungen unseres Samples gemittelt.

<b>VSX - Bezeichnung</b>	<b>2MASS Bezeichnung</b>	<b>B- Helligkeit</b>
ZTF J203753.95+674811.9	2MASS J20375396+6748119	16.86
ASASSN-V J203922.18+684029.0	2MASS J20392216+6840286	13.76
ASASSN-V J203923.11+671659.3	2MASS J20392313+6716591	15.12
GSC 04447-02480	2MASS J20412435+6731218	16.85
ASASSN-V J204414.57+683209.0	2MASS J20441455+6832090	16.82
HT Cep	2MASS J20443371+6723272	16.87
ASASSN-V J204526.67+681745.3	2MASS J20452668+6817452	14.74
ASASSN-V J204841.38+683636.0	2MASS J20484138+6836361	14.53
HW Cep	2MASS J20492615+6749516	16.63
ASASSN-V J205014.74+674715.8	2MASS J20501470+6747157	14.88
WISE J205147.9+681020	2MASS J20514794+6810210	16.53
CzeV1758	2MASS J20553145+6849241	12.01
NSV 13437	2MASS J20562493+6732492	17.48
ASASSN-V J205729.07+680604.5	2MASS J20572906+6806046	15.90
ASASSN-V J205740.91+683830.1	2MASS J20574093+6838301	16.80
WISE J205854.3+674330	2MASS J20585428+6743307	13.87

### Der Stern 2MASS J20431190+6714473

NSVS 1246854 (2MASS J20431190+6714473) wurde 2009 im Northern Sky Variability Survey (Hoffmann et al. 2009) als  $\delta$ -Cephei-Stern entdeckt. Für eine grobe Einordnung unserer Messungen bestimmten wir mit dem Programm Persea (Maciejewski et al. 2005, Maciejewski 2017) die Periode aus unseren Messungen und aus den ASAS-Daten. Abbildung 2 gibt das Phasendiagramm unserer Messungen und Abbildung 3 das Phasendiagramm aus den ASAS-Messungen wieder. Der Unterschied in der Periode beträgt nur 4 Sekunden über eine Zeitdauer von 47 Jahren! Die gute Übereinstimmung deutet auf eine befriedigende Qualität unserer Daten hin!

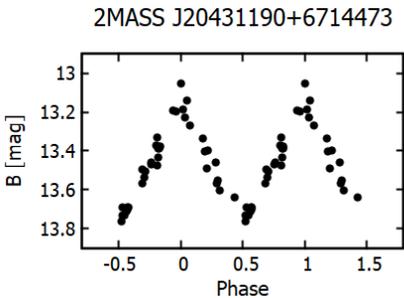


Abb. 2: Phasendiagramm aus unseren Messungen

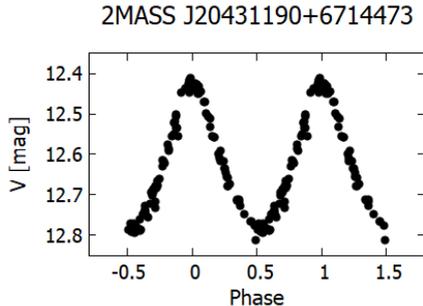


Abb. 3: Phasendiagramm aus den ASAS-Messungen

### Lichtkurven von langperiodisch veränderlichen Sternen

Unser Feld enthält 9 langperiodisch veränderliche Sterne, deren Lichtkurven in den Abbildungen 4 bis 12 wiedergegeben sind. Abbildungen 6 und 9 geben Lichtkurven zweier Sterne wieder, die aus weniger als 30 Messungen bestehen. Diese Kurven wurden nur als Beispiel mit aufgenommen, weil sie einen stetigen Verlauf der Helligkeiten bis zur 17. bzw. 16. Größe wiedergeben und deswegen auch ein Indiz für eine befriedigende Genauigkeit unserer Messungen sind.

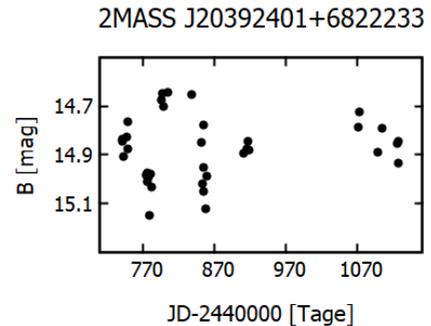
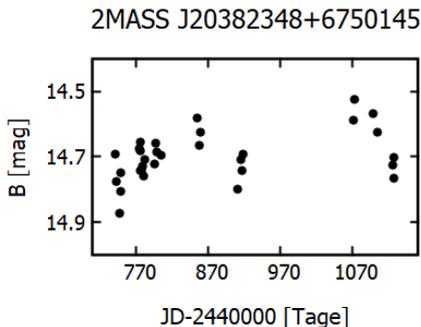
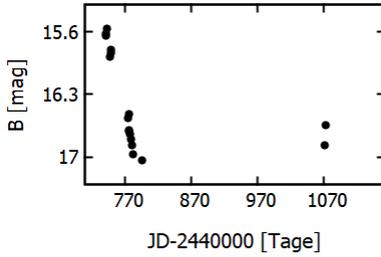
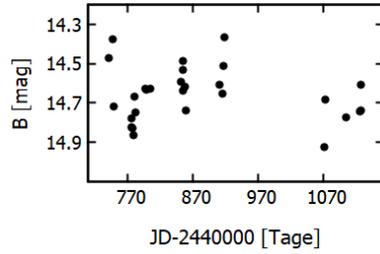


Abb. 4 und 5: Lichtkurven von zwei langperiodisch veränderlichen Sternen

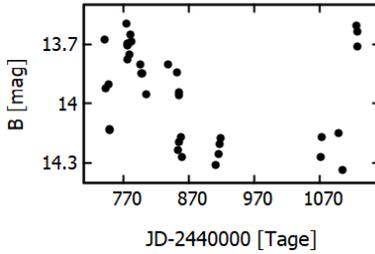
2MASS J20440972+6720236



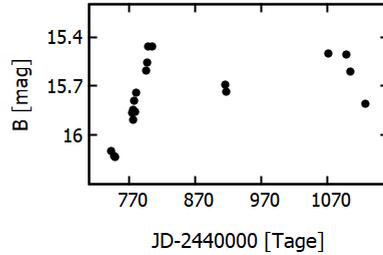
2MASS J20443917+6808000



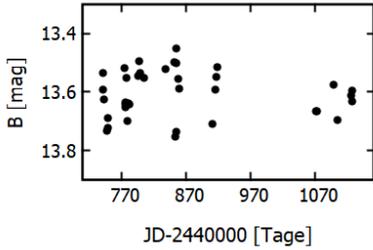
2MASS J20463901+6851525



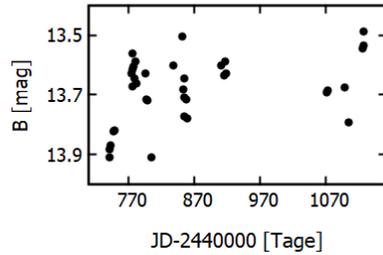
2MASS J20482674+6705002



2MASS J20501512+6853271



2MASS J20521190+6851463



2MASS J20554665+6812367

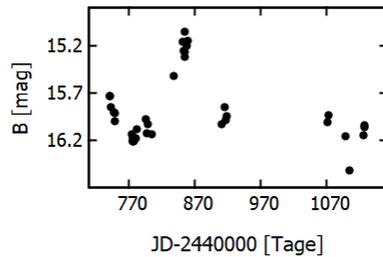


Abb. 6 bis 12: Lichtkurven von sieben langperiodisch veränderlichen Sternen

## Unsere neu entdeckten veränderlichen Sterne

In unserer ersten Arbeit (Geffert et al. 2020) veröffentlichten wir vorläufige Lichtkurven zweier Sterne, UCAC4 793-033761 und UCAC4 787-032133, die zu dieser Zeit weder bei Simbad noch im VSX als solche angegeben waren. Aus diesem Grunde betrachten wir sie als *eigene unabhängige Entdeckungen*.

UCAC4 793-033761 (2MASS J20455122+J6832300) ist ein langperiodischer Veränderlicher mit einer Periode von mehr als 100 Tagen. Sogar bis heute (Stand Oktober 2023) ist er weder bei VSX noch bei Simbad als veränderlicher Stern verzeichnet. Abbildung 13 gibt die endgültige Lichtkurve unserer Daten wieder.

UCAC4 787-032133 (2MASS J20470583+6720377) ist ein RRAB-Lyrae-Stern. Unsere Periode von 0.567698 Tagen liegt mit 3 Sekunden Unterschied nahe an dem Wert des Gaia-Projekts (Clementini et al., 2019). Zu dem ASAS SN-Projekt (Christy et al., 2023) beträgt der Unterschied 30 Sekunden. Abbildung 14 gibt die endgültige Lichtkurve unserer Daten wieder.

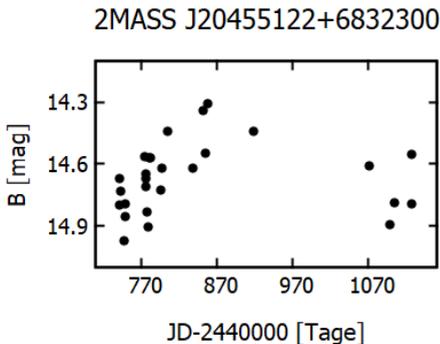


Abb. 13: Lichtkurve von UCAC4 793-033761

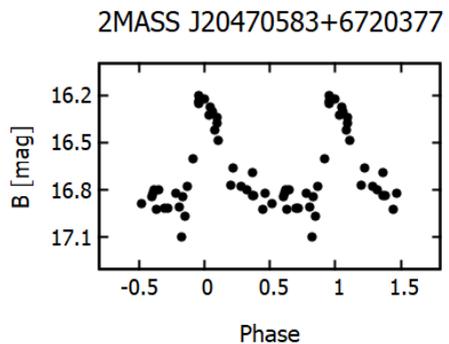


Abb. 14: Phasendiagramm von UCAC4 787-032133

## Zusammenfassung

In den Archiven vieler Sternwarten lagern immer noch etliche Serien von Fotoplatten, die bisher nur ansatzweise ausgewertet wurden. Vor allem bei veränderlichen Sternen besteht die Hoffnung, dass Messungen von vor 40 Jahren bei einigen Objekten helfen könnten, die Natur dieser Objekte besser zu verstehen. Eine ausführliche Diskussion der einzelnen Sterne liegt aber außerhalb der Absichten dieses Artikels. Unsere Daten zeigen aber, dass die Genauigkeit der Messungen bis zur 17. Größe sich im Rahmen der Genauigkeit fotografischer Messungen befindet.

Als kleines Resultat mag man vielleicht ansehen, dass die Periode des Cepheiden NSVS 1246854 nach vierzig Jahren in Bezug auf die ASAS-Daten unverändert ist. Soweit das bei Lichtkurven von halbregelmäßig veränderlichen Sternen überhaupt möglich ist, stimmen unsere Messungen mit denen von ASAS grob überein.

Außer den hier dargestellten Resultaten gibt es noch Daten von acht kurzperiodischen Sternen. Das gesamte Datenmaterial der zwanzig von uns als veränderlich registrierten Sterne wird nach Erscheinen dieser Arbeit den Archiven der BAV und der AAVSO zur Verfügung gestellt.

This research was made possible through the use of the AAVSO Photometric All-Sky Survey (APASS), funded by the Robert Martin Ayers Sciences Fund and NSF AST-1412587.

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.

Dem Argelander-Institut für Astronomie (AlfA) sei Dank für die Möglichkeit, das historische Beobachtungsmaterial zu nutzen. Ich danke Andreas Bödewig (AlfA), Bernd Ehret und Heinrich Weiland für die Unterstützung bei der Reduktion der Daten.

## Literatur

- Christy et al., 2023, MN 519, 5271  
Clementini et al., 2019, A&A 622, 60  
Geffert M. et al., 2020, BAVSR 69, 90  
Geffert M., 2023, „Der Bolivia Astrograph der Bonner Sternwarte“, in „Astronomie und Raumfahrt im Unterricht“ im Druck  
Hoffman D.I. et al., 2009, AJ 138, 466  
Maciejewski, G., 2017, PerSea 2.7 - period search for Windows  
Maciejewski, G. & Niedzielski, A., 2005, Baltic Astronomy, 14, 205  
Schmidt H., Giesecking F., 1977, „Veränderliche Sterne in Sternassoziationen“, Forschungsbericht des Landes Nordrhein-Westfalen, Westdeutscher Verlag  
Leverkusen, NR. 2654

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