

## Veränderlichenbeobachtung online

Klaus Bernhard

Wenn Sie veränderliche Sterne beobachten möchten, ohne sich die Nacht um die Ohren zu schlagen, bietet die moderne Technik eine bequeme Möglichkeit, die Beobachtung mittels Internet. Eine Reihe von automatisierten Teleskopen weltweit bietet die kostenlose Nutzung der Beobachtungsdaten an.

### **Automatische Teleskope im Internet (Auswahl):**

#### **ROTSE-I**

<http://skydot.lanl.gov/>

#### **All Sky Automatic Survey**

<http://www.astrouw.edu.pl/asas/>

#### **The Optical Gravitational Lensing Experiment**

<http://ogle.astrouw.edu.pl/>

#### **The Automatic Sky Survey**

<http://www.tass-survey.org/>

### **Die ROTSE-I Himmelsüberwachung**

Ein System, das den gesamten in Mitteleuropa beobachtbaren Himmel abdeckt, ist ROTSE-I ("Robotic Optical Transient Search Experiment"), das von mehreren US-Universitäten gemeinsam betrieben wird. In den Jahren 1999 und 2000 wurde der gesamte nördliche Himmel sowie Teile des Südhimmels mehr als 100 mal aufgenommen und Himmelsobjekte bis zur Größenklasse 15.5 abgebildet. ASAS (unten) gibt neuere Daten.



Abbildung 1: Kamera des ROTSE-I Systems, entnommen aus: <http://science.nasa.gov>

Beobachtungsdaten von insgesamt mehr als 10 Millionen Sterne sind im Internet frei unter der Bezeichnung "Northern Sky Variability Survey" zugänglich. Auf Grund der überaus großen Anzahl an Sternen ist auch heute die Auswertung der Daten noch nicht abgeschlossen und interessante Entdeckungen möglich.

Zur Abfrage von Daten einzelner, bekannter veränderlicher Sterne ist die Abfragemaske der Homepage sehr gut geeignet. Durch Eingabe der Koordinaten und des Suchradius können in Sekundenschnelle die vorhandenen Beobachtungen für jeden Stern erhalten werden. Achtung! Das Datum wird als MJD "=Modified Julian Date" angegeben, sodass zur Umrechnung in das übliche Julianische Datum noch genau ein halber Tag dazu zu zählen ist.

Mit den ROTSE Daten können etwa die Perioden und Minima für bekannte Veränderliche bestimmt werden. Wenig charakterisierte Sterne des New Suspected Variable Katalogs [1] des Sternberg Astronomical Institute in Moskau können mit diesen Daten hinsichtlich Typ und Periode genauer untersucht werden. Eine besonders reizvolle Aufgabe, der ich mich selbst auch verschrieben habe, ist die Suche nach neuen Veränderlichen.

### **Suche nach neuen Veränderlichen in der ROTSE Datenbank**

Für die Veränderlichensuche ist die Verwendung der Abfragemaske zu umständlich, da hier Tausende Sterne auf Helligkeitsveränderungen durchgesehen werden müssen. Als Ausweg bietet sich das Herunterladen des gesamten Datensatzes vom FTP-Servers des NSVS Projektes an, der 504 MB umfasst.

In diesem Datensatz ist je Stern eine Zeile angelegt. Neben den Koordinaten und der mittleren Helligkeit sind die für eine Veränderlichensuche besonders interessanten "Mag. Scat", ein Maß für die Helligkeitsschwankungen des Sterns und der "Median Error", ein Maß für die Messungsgenauigkeit angeführt.

Bei derartig großen Datenmengen sind Standardprogramme wie Excel überfordert, weil sie nur eine bestimmte Anzahl an Zeilen verarbeiten können. Aus diesem Grund war es notwendig, ein eigenes kleines Computerprogramm zu schreiben, mit dem die Daten von Millionen Sternen nach verschiedenen Kriterien sortiert werden können.

Bei einem ersten Durchlauf des Programms wollte ich herausfinden, welche Sterne überhaupt veränderlich sind, sodass alle jene Sterne aussortiert wurden, deren Helligkeitsschwankungen "Mag. Scat." deutlich über den zufälligen Schwankungen, dem "Median Error" lagen. Nach einigen Stunden Rechenzeit, bei denen der Ventilator meines billigen Computers ununterbrochen gedöhnt hatte, war es soweit: Das Ergebnis zeigte eine Liste von 65.000 veränderlichen Sternen!

Als nächster Schritt war es notwendig, bekannte veränderliche Sterne soweit als möglich auszusondern. Bei einem weiteren Durchlauf wurden die Sterne daher mit den Positionen des "General Catalog of Variable Stars", den "New Catalog of Suspected Variables" und anderen Katalogen bekannter Veränderlicher verglichen.

Erstaunlicherweise blieb immer noch die sehr große Anzahl an 45.000 NSVS Einträgen über. Eine Durchsicht der Lichtkurven zeigte schnell, dass sich unter diesen "neuen Veränderlichen" eine große Anzahl an Fehlalarmen verbirgt. Diese entstehen durch die Überlagerung von nahe gelegenen Sternen unterschiedlicher Helligkeit.

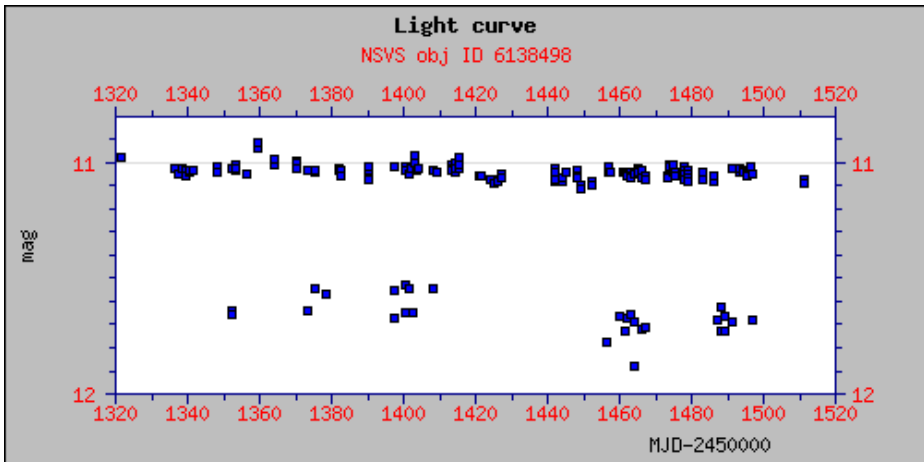


Abbildung 2: "Durch Überlagerung naher Sterne entstandene Fehleinträge in der NSVS-Datenbank"

## Ergebnisse

Die Anzahl an möglichen neuen Veränderlichen war weitaus zu groß, um sie alle abzuarbeiten. Dies zeigt, welche Potentiale an unerkannten Veränderlichen in der ROTSE Datenbank noch stecken.

Es mussten daher Schwerpunkte für besonders interessante Typen von Veränderlichen gesetzt werden. Ein erster Versuch war es, die erhaltene Liste mit 45.000 Einträgen mit den insgesamt 18.000 Röntgenquellen des Satelliten ROSAT ("The ROSAT all-sky survey bright source catalogue") zu vergleichen, um so Hinweise auf optisch veränderliche Röntgenquellen zu erhalten. Erhöhte Anteile von Röntgenstrahlung sind immer ein Hinweis auf hochenergetische Vorgänge, etwa bei aktiven Sternen, kurzperiodischen Doppelsternen oder so genannten kataklysmischen Veränderlichen, die auch als Zwergnovae bezeichnet werden.

Die mehr als 100 Treffer wurden nach zunehmender Amplitude geordnet. Schon bei der Durchsicht der ersten NSVS Lichtkurven stieß ich auf die Lichtkurve der Röntgenquelle 1RXS J053234.9+624755, die regelmäßige Ausbrüche von mehreren Größenklassen Amplitude zeigte. Meine erste Zwergnova war entdeckt! [2]

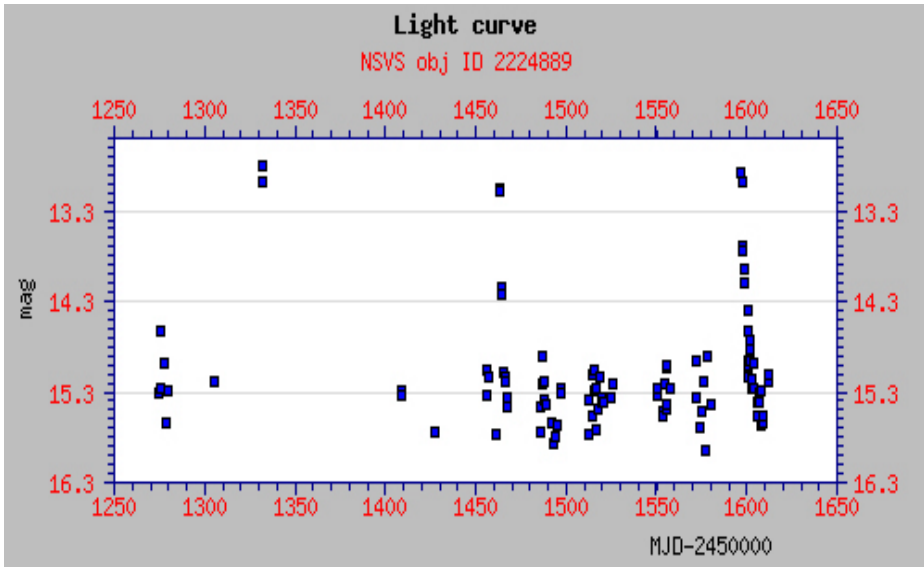


Abbildung 3: "NSVS Lichtkurve der neuen Zwergnova 1RXS J053234.9+624755"

Angespornt von diesem Erfolg habe ich mich weiter der Liste der optisch veränderlichen Röntgenquellen zugewandt, die dankenswerterweise der englische Berufsastrophysiker Dr. Chris Lloyd durchgesehen hat. Dabei wurde rasch klar, dass ein Großteil dieser neuen Veränderlichen sogenannte "aktive Sterne" sind. Das sind Sterne, welche die von der Sonne her bekannte Aktivität in Form von Sternflecken, Flares, Röntgenemissionen in einem weitaus höherem Ausmaß zeigen als unsere Sonne.

Besonders auffällig schien der Stern GSC 2038-293 (RA: 16h02m48s, 25°20'37"), den er als "weird" also übersetzt "bizar" bzw. "eigenartig" gekennzeichnet hatte. Da war mein Interesse natürlich erwacht. Viele zusätzliche Daten konnten durch Beobachtungen in den Jahren 2005 bis 2008 von Peter Frank (ebenfalls Bundesdeutsche Arbeitsgemeinschaft für Veränderliche Sterne) und mir gesammelt werden. Dabei stellte sich heraus, dass es sich um einen aktiven Doppelstern des Typs RS CVn mit der äußerst kurzen Periode von etwa 0.49 Tagen und enorm großen Sternflecken handelt [3,4].

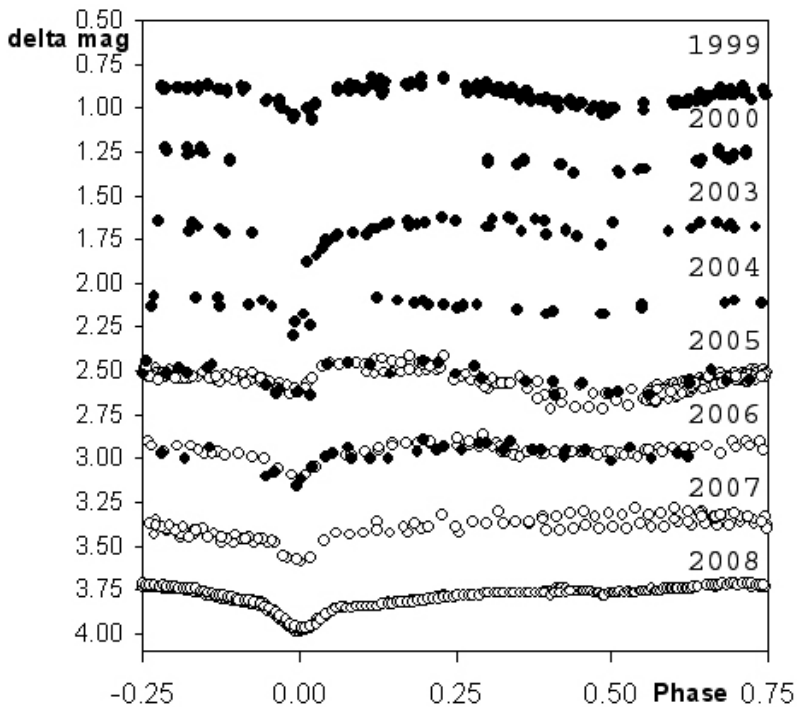


Abbildung 4: "Gefaltete Lichtkurven von GSC 2038.0293, ein neuer bedeckungs- veränderlicher, aktiver Doppelstern"

In den für die Jahre 1999 bis 2008 gefalteten Lichtkurven ist leicht ersichtlich, dass zwar das primäre, durch die Bedeckung hervorgerufene Minimum (Phase 0 in Abbildung 4) in allen Jahren ungefähr die gleiche Amplitude hat, aber die Tiefe des breiten, durch Sternflecken verursachten Minimums bei Phase 0.4 bis 0.7 deutlich variiert. Die Sternflecken sind in den Jahren 1999 und 2005 besonders ausgeprägt, d.h. das erkennbare breite Minimum ist besonders tief. Dies lässt auf einen wahrscheinlichen Fleckenzyklus von etwa 5 Jahren schließen, ähnlich wie bei unserer Sonne mit dem bekannten 11-jährlichen Zyklus.

Seit 2005 konnten wir auf diese Weise bereits über hundert neue Veränderliche mit Röntgengegenständen klassifizieren, siehe etwa [5]. Insgesamt warten aber sicher noch Tausende Veränderliche in der ROTSE-Datenbank auf ihre Entdeckung.

## **ASAS, OGLE & Co**

Analog wie für ROTSE beschrieben, können Beobachtungsdaten anderer automatischer Teleskopsysteme zur Beobachtung und Entdeckung veränderlicher Sterne über das Internet herangezogen werden.

Im Gegensatz zu ROTSE, das primär den Nordhimmel umfasst, ist das ASAS ("All Sky Automated Survey") System auf den Südhimmel spezialisiert, da es am Las Campanas Observatory in Chile situiert ist. ASAS ist aktuell in Betrieb. Messdaten können für viele Sterne des Südhimmels schon über 5 Jahre erhalten werden, was schon längerfristige Veränderungen veränderlicher Sterne deutlich macht. Das System hat zwar eine automatische Erstklassifikation von gefundenen Veränderlichen durchgeführt. Allerdings sind viele Klassifikationen und Perioden nicht eindeutig. Hier würden sich ebenfalls umfangreiche Betätigungsfelder für interessierte Amateure ergeben.

Für spezielle Zwecke, wie etwa Suche nach Gravitationslinsen oder extrasolaren Planeten, sind eine Reihe weiterer Himmelsüberwachungsprojekte in Betrieb. Diese stellen die gewonnenen Daten teilweise auch im Internet zur Verfügung, wie das OGLE System. Dabei werden meistens nur gewisse Himmelsabschnitte, wie z.B. in Richtung Milchstraßenzentrum oder zu den Magellanschen Wolken, dafür aber mit besonders hoher Genauigkeit, aufgenommen. Diese Daten harren ebenfalls großteils noch der Auswertung.

## **Fazit**

Auch ohne eigenes Fernrohr kann durch die modernen technischen Möglichkeiten das Verhalten veränderlicher Sterne per Knopfdruck studiert werden. In den umfangreichen Datenbanken des Internets verbergen sich noch viele "astronomische Schätze". Vielleicht entdecken Sie bald Ihren ersten Stern online?

Autor: Dr. Klaus Bernhard  
Kafkaweg 5  
A-4030 Linz

## **Referenzen:**

- [1] <http://www.sai.msu.su/groups/cluster/gcvs/gcvs/index.htm>
- [2] K. Bernhard, C. Lloyd, T. Berthold, W. Kriebel, W. Renz, IBVS 5620 [2005]  
(<http://www.konkoly.hu/cgi-bin/IBVS?5620>)
- [3] K. Bernhard, P. Frank, IBVS 5719 [2006]  
(<http://www.konkoly.hu/cgi-bin/IBVS?5719>)
- [4] P. Frank, K. Bernhard, OEJV 71 [2007]  
(<http://var.astro.cz/oejv/issues/oejv0071.pdf>)
- [5] K. Bernhard, C. Lloyd OEJV 92 [2008]  
(<http://var.astro.cz/oejv/issues/oejv0092.pdf>)