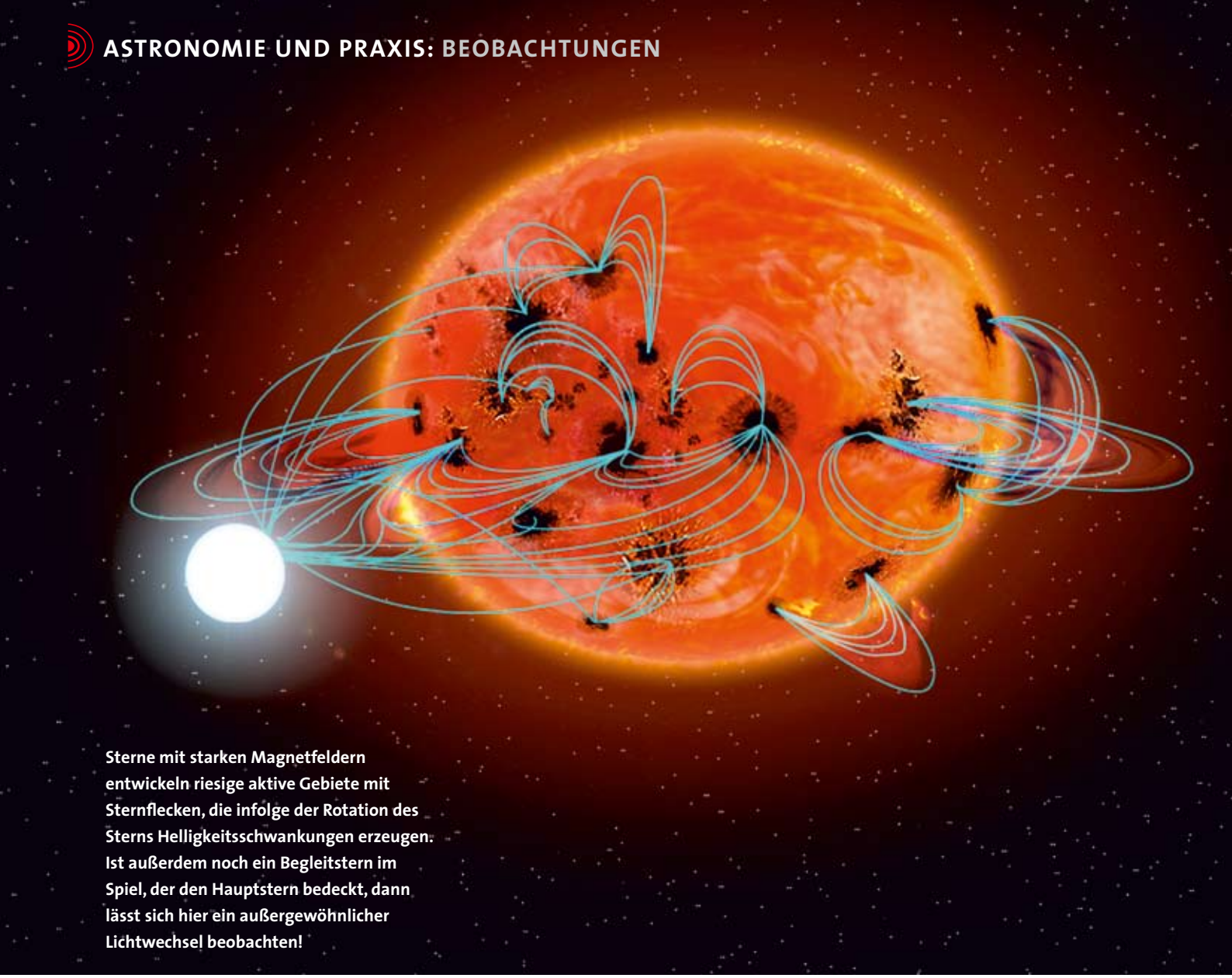


Sterne mit starken Magnetfeldern entwickeln riesige aktive Gebiete mit Sternflecken, die infolge der Rotation des Sterns Helligkeitsschwankungen erzeugen. Ist außerdem noch ein Begleitstern im Spiel, der den Hauptstern bedeckt, dann lässt sich hier ein außergewöhnlicher Lichtwechsel beobachten!

P. Marenfeld und NOAO / AURA / NSF

Fleckenzyklus in engem Doppelsternsystem: Messen Sie mit!

Ähnlich wie bei unserer Sonne treten Flecken auch bei vielen anderen kühleren Sternen auf. In manchen Fällen, wie bei der Hauptkomponente des Doppelsterns GSC 2038.0293, nehmen Sternflecken derartige Ausmaße an, dass sie sich mit Amateurteleskopen sowie mit im Internet verfügbaren Datensätzen leicht nachweisen lassen. Wie wird sich die Aktivität von GSC 2038.0293 weiter entwickeln?

Von Klaus Bernhard und Peter Frank

Bereits mit einfachen Optiken können Sternfreunde den Fleckenzyklus unserer Sonne verfolgen, der im Mittel elf Jahre dauert. Seine Überwachung ist auch für die Klimaforschung von großem Interesse, da sich langfristige Änderungen der Sonnenaktivität mit Klimaveränderungen auf der Erde in Verbindung bringen lassen. Könnten wir unsere Sonne von einem unserer Nachbarsterne aus beobachten, so würden wir allerdings nicht viel von ihrem Fleckenzyklus bemerken, da er Helligkeitsänderungen von höchstens einer hundertstel Größenklasse verursacht.

Besonders bei schnell rotierenden Sternen verhält es sich jedoch anders: Ihre rasche Rotation erzeugt in Verbindung mit den elektrisch geladenen Gasen ihrer Sternatmosphären sehr starke Magnetfelder. Ähnlich wie bei unserer Sonne sind diese Magnetfelder der Motor für vielfältige Aktivitätsphänomene wie Flecken, Fackeln und Röntgenstrahlung. Bei schnell rotierenden Sternen mit ihren stärkeren Magnetfeldern treten diese Phänomene jedoch in einem weitaus größeren Umfang als bei unserer Sonne auf. Auf den Oberflächen solcher Sterne bilden sich riesige Flecken, mit einer Flächenausdehnung von bis zu 20 oder sogar 30 Prozent der sichtbaren Hemisphäre. Sterne mit einer derart hohen Aktivität bezeichnen die Astronomen auch als »aktive Sterne«. Die Helligkeit dieser unruhigen Sonnen ist veränderlich, mit Schwankungen von bis zu einer halben Magnitude. Dieser Lichtwechsel lässt sich auch mit amateurastronomischen Instrumenten erfolgreich beobachten.

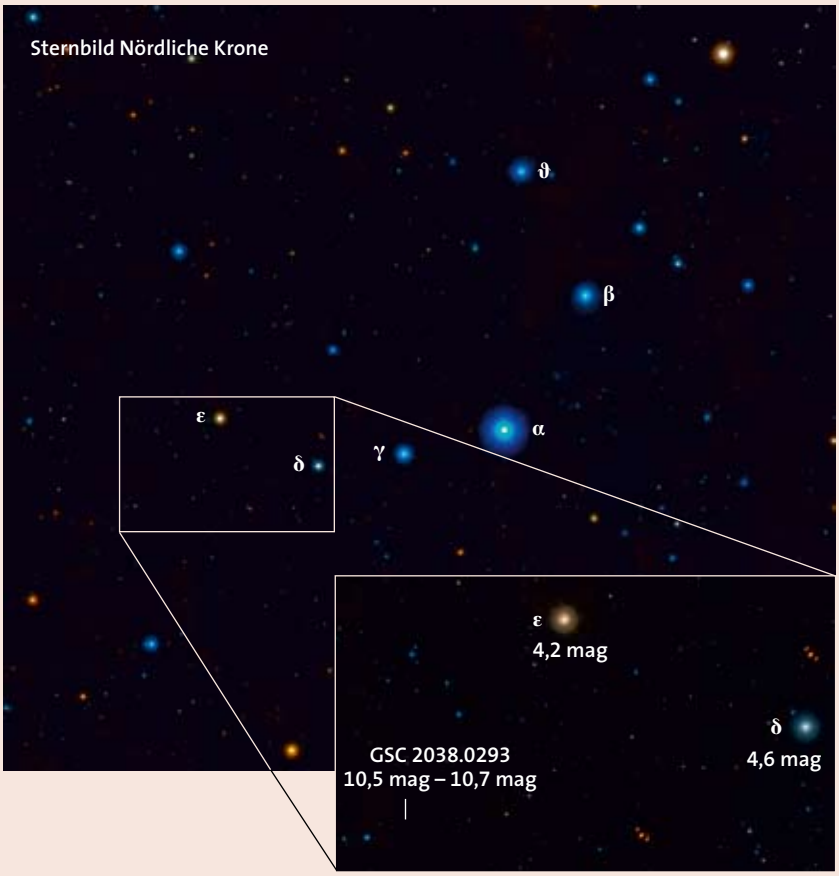
Perlentauchen in der Datenflut

Aktive Sterne fallen nicht nur im optischen Spektralbereich auf. Ihre im Vergleich zu unserer Sonne höhere Aktivität umfasst insbesondere eine stärkere Röntgenstrahlung. Deshalb suchte einer der Autoren dieses Beitrags, Klaus Bernhard, im Jahr 2005 im Katalog der Röntgenquellen des Satelliten ROSAT gezielt nach solchen Sternen. Dazu verglich er die Daten der ROSAT-Quellen mit denen des optischen Himmelsüberwachungssystems ROTSE (Robotic Optical Transient Search Experiment) und stieß auf das Objekt J160248.3+252031. Es fiel nicht nur durch seine Röntgenstrahlung auf: Auch

Beobachten Sie das aktive Sternsystem GSC 2038.0293!

Das Doppelsternsystem GSC 2038.0293 befindet sich im nördlichen Teil des Sternbilds Schlange, nahe der Nördlichen Krone. Dieses markante Sternendiadem eignet sich gut als Ausgangspunkt, um GSC 2038.0293 am Himmel zu finden. Als Hilfestellung dienen die unten dargestellten Ausschnitte aus dem Digital Sky Survey. Das Übersichtsbild zeigt das Sternbild Nördliche Krone, in der Ausschnittvergrößerung unten rechts ist GSC 2038.0293 als Punkt zu erkennen.

Die scheinbare visuelle Helligkeit des Systems schwankt zwischen 10,5 und 10,7 mag. Somit lässt es sich in Teleskopen ab vier Zoll Öffnung gut beobachten. Bei der Beobachtung mit dem Auge am Teleskop erscheint das Objekt wie ein gewöhnlicher Stern; die Komponenten, aus denen das System besteht, lassen sich nicht getrennt beobachten. Der genaue Spektraltyp der Komponenten und ihre Entfernung zur Erde sind derzeit noch unbekannt. Die Positionsdaten für das Äquinoktium 2000,0 lauten: Rektaszension $16^h02^m48^s$, Deklination: +25°20′37″.



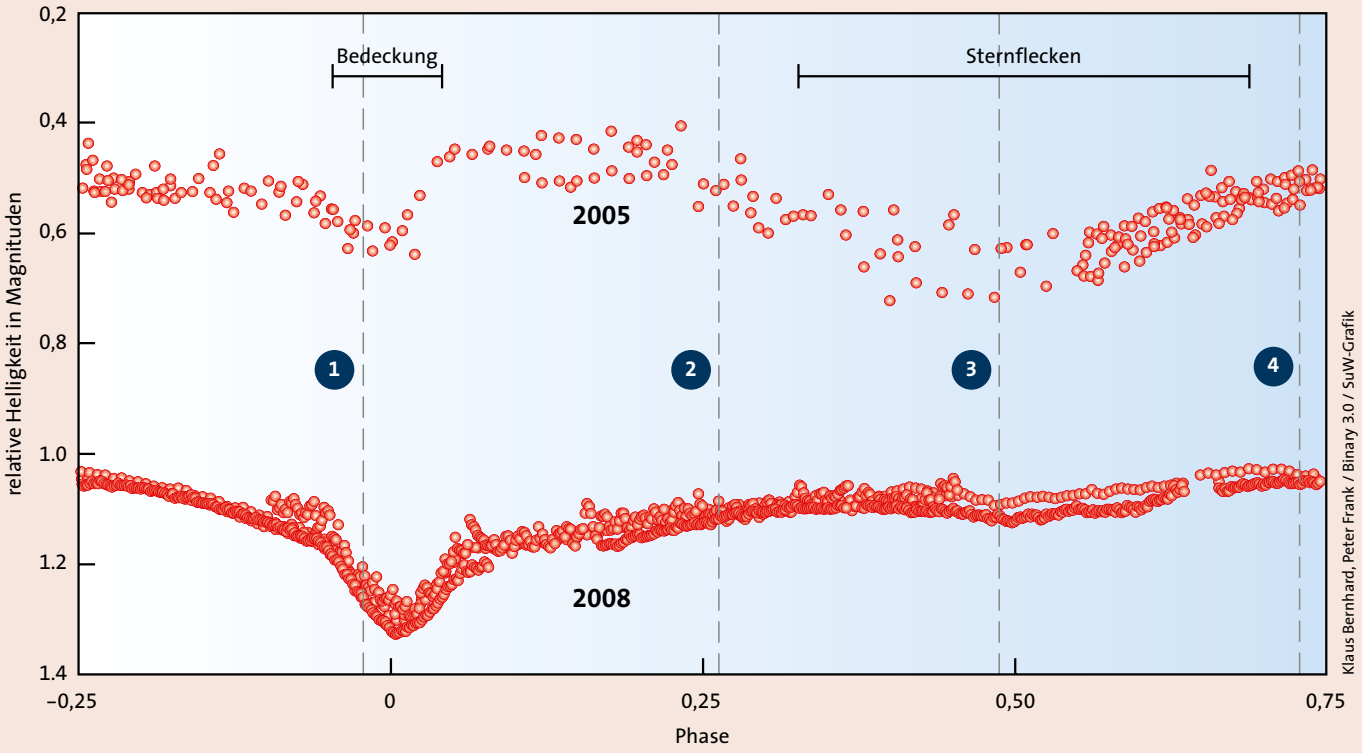
Poss II / Wikisky

WIS wissenschaft in die schulen!

Damit Schüler aktiv mit den Inhalten dieses Beitrags arbeiten können, stehen auf unserer Internetseite www.wissenschaft-schulen.de didaktische Materialien zur freien Verfügung. Darin wird gezeigt, wie das Thema des Beitrags im Rahmen des Physikunterrichts in der gymnasialen Oberstufe behandelt werden kann. Unser Projekt »Wissenschaft in die Schulen!« führen wir in Zusammenarbeit mit der Landesakademie für Lehrerfortbildung in Bad Wildbad und dem Haus der Astronomie in Heidelberg durch.

Sternflecken verraten sich in den Lichtkurven

Das Diagramm unten stellt Lichtkurven des Systems GSC 2038.0293 aus den Jahren 2005 und 2008 dar. Der Periode des Lichtwechsels von $11^h\,53^m$ wurde hier willkürlich das Zahlenintervall von –0,25 bis 0,75 (»Phase«) zugeordnet. Zur besseren Sichtbarkeit wurden die Kurven vertikal um 0,5 mag gegeneinander verschoben. Beide Kurven weisen bei der Phase 0 ein gleichermaßen tiefes Minimum auf, das sich durch die gegenseitige Bedeckung zweier Komponenten eines Doppelsternsystems erklären lässt. Im Phasenbereich 0,35 bis 0,65 offenbaren die Kurven deutliche Unterschiede. Sie lassen sich durch veränderliche Sternflecken erklären: Einem von den Autoren berechneten Modell zufolge besteht das Bedeckungssystem aus einem großen Stern und einem kleineren Begleiter. Die Skizzen rechts veranschaulichen das System für die im Diagramm markierten vier Phasen. Das skizzierte dunkle aktive Gebiet auf dem Hauptstern war nur im Jahr 2005 stark ausgeprägt, im Jahr 2008 jedoch nicht.



die optischen Daten von ROTSE deuteten auf eine Besonderheit hin.

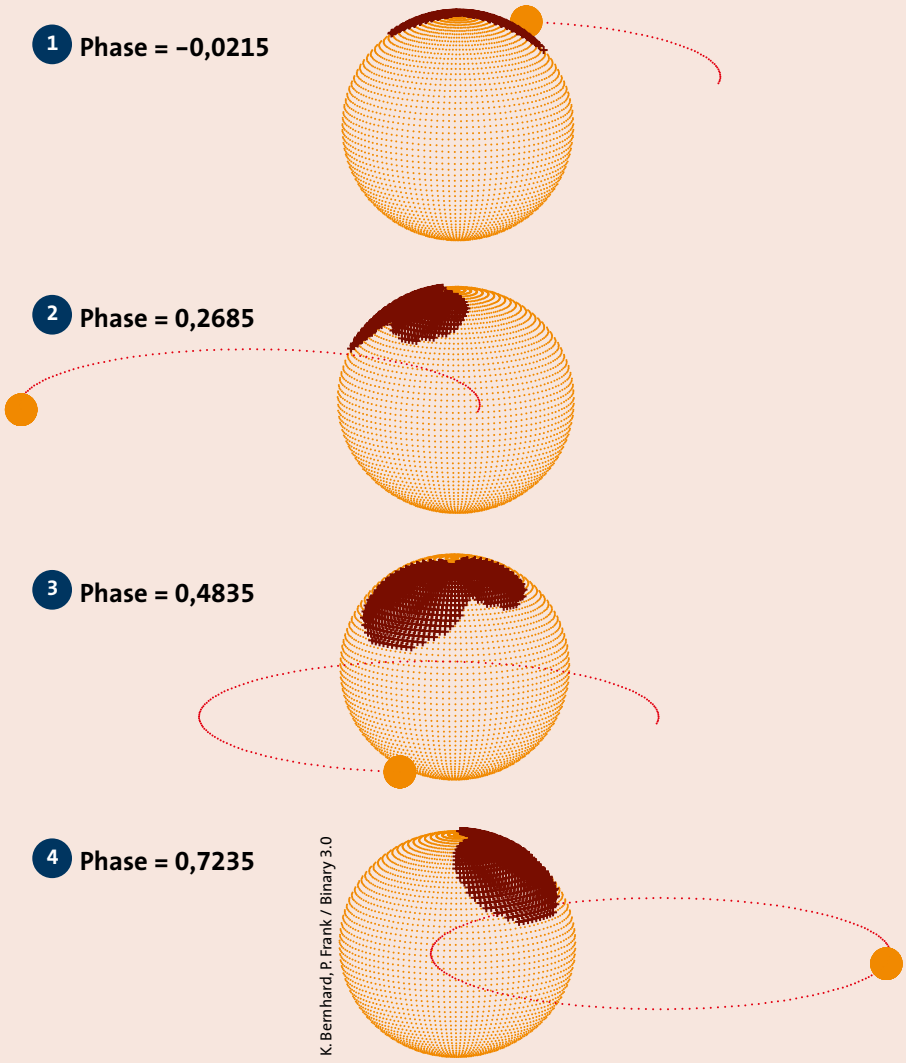
ROTSE besteht aus mehreren automatisch arbeitenden Teleskopen, die in der Endausbaustufe des Projekts über die gesamte Erde verteilt sein werden. Zu den Ergebnissen von ROTSE gehört ein Katalog veränderlicher Himmelsobjekte, der Northern Sky Variability Survey. Hierin fanden wir ein optisches Gegenstück zur Röntgenquelle J160248.3+252031. Die ROTSE-Daten verrieten deutliche Helligkeitsschwankungen im optischen Spektralbereich. Aufgrund der charakteristischen Form der optischen Lichtkurve und der starken Röntgenstrahlung identifizierten wir das Objekt als »aktiven« Doppelstern.

Es stellte sich heraus, dass der Stern auch im weit verbreiteten Guide Star Catalogue (GSC) enthalten ist, und zwar unter der Bezeichnung GSC 2038.0293. Er befindet sich im Sternbild Schlange, nahe der Nördlichen Krone. Seine mittlere scheinbare Helligkeit beträgt rund 10 mag, so dass er auch Amateurteleskopen zugänglich ist. Durch eigene Beobachtungen konnten wir nachweisen, dass die Umlaufzeit dieses Doppelsternsystems nur rund einen halben Tag beträgt. Dies ist eine der kürzesten bekannten Perioden für Sterne dieses Typs.

In den Jahren 2005 und 2008 überwachten wir die Helligkeit von GSC 2038.0293 mit einem Acht-Zoll-Schmidt-Cassegrain-Teleskop sowie mit einem Vier-Zoll-Refraktor und CCD-Kameras und leiteten daraus Lichtkurven ab (siehe Infokasten oben). Für den Lichtwechsel ermittelten wir eine Periode von 0,495409 Tagen, was 11^h53^m entspricht. Die im Diagramm oben wiedergegebenen Lichtkurven umfassen jeweils Daten aus mehreren Perioden des Lichtwechsels. In solchen Fällen ist es üblich, auf der Abszisse des Diagramms keine fortlaufende Zeit in Tagen anzugeben, sondern die Beobachtungen auf ein Zahlenintervall mit der Länge 1 zu beziehen. Im vorliegenden Fall wurde das Intervall von –0,25 bis 0,75 gewählt. Die Länge dieses Intervalls von 1,0 entspricht einer vollen Periode, Bruchteile davon werden als »Phase« bezeichnet.

In der linken Hälfte des Diagramms ist (bei der Phase 0) ein schmales Minimum zu sehen, das durch eine gegenseitige Bedeckung der beiden Komponenten des Doppelsternsystems hervorgerufen wird. Besonders interessant ist jedoch der in der rechten Hälfte des Diagramms sichtbare Helligkeitsrückgang bei den Phasen 0,35 bis 0,65. In der Lichtkurve des Jahres 2005 ist dieses Minimum deutlicher ausgeprägt als in der Kurve des Jahres 2008. Dies ist ein deutlicher Hinweis auf Sternflecken, die in beiden Jahren unterschiedlich stark ausgeprägt waren.

Teilweise spielen sich derartige Veränderungen der Fleckenaktivität innerhalb wesentlich kürzerer Zeiträume ab, sogar



innerhalb weniger Wochen. Dies äußert sich in der größeren Streuung der Punkte in der Lichtkurve des Jahres 2005: Am größten ist die Streuung in demjenigen Bereich der Kurve, der am stärksten von den Sternflecken beeinflusst ist.

Weitere Details über das System ermittelten wir, indem wir ein Modell an unsere Beobachtungen anpassten. Dazu nutzten wir die Software »Binary Maker 3.0«. Dieses Programm berechnet, wie ein Doppelsternsystem aus der Sicht des Beobachters erscheinen müsste, um die gemessenen Helligkeiten der Lichtkurve zu reproduzieren. Unserer Berechnung legten wir mehrere Lichtkurven zugrunde, die wir im Jahr 2005 durch Beobachtungen in verschiedenen Spektralbereichen erstellten. Auf diese Weise gewannen wir das in den Bildern oben skizzierte Ergebnis, das verdeutlicht, wie das Doppelsternsystem GSC 2038.0293 aussehen könnte: Ein großer kühler Stern mit Sternfleck und ein kleiner heißer Stern umkreisen einen gemeinsamen Schwerpunkt und bedecken einander in periodischen Abständen. Zum Lichtwechsel trägt außerdem ein aktives Gebiet mit Sternflecken bei, das sich auf der Oberfläche des größeren Sterns befindet. Ist das Gebiet dem Beobachter zugewandt, dann erscheint ihm die Helligkeit des größeren Sterns verringert.

Des Weiteren ist die Rotationsperiode des größeren Fleckensterns mit der kurzen Umlaufperiode des Doppelsternsystems synchronisiert: Der Hauptstern wendet seinem Begleiter ständig dieselbe Seite zu, er rotiert also gebunden. Diese Verhältnisse erinnern an das Erde-Mond-System, bei dem Gezeitenkräfte dazu führten, dass der Mond unserer Erde stets dieselbe Seite zuwendet.

Das von den die Sternflecken verursachte Helligkeitsminimum lässt sich in den Lichtkurven gut von jenem Minimum unterscheiden, das durch die gegenseitige

AME2010

18. September 2010

5. Internationale Astronomie-Messe

5 Jahre AME

Kommen Sie zur AME2010

• Und so reden Besucher über uns

Wie im letzten Jahr kann man sagen: Eine tolle Messe, die jede Anstrengung wert ist ... durch den grossen Aussteller-Andrang in diesem Jahr, war auch die zweite Halle fast komplett belegt ... Die Verpflegung war wie immer super.
„Sternli" vom Astrotreff über die AME2009

... die AME ist wie Ostern und Weihnachten zusammen. Grüsse an alle, die das hier verpassen ...
AstroRider im Astrotreff

So gut wie dieses Jahr wahr es wohl noch nie! Die Messe wird von Jahr zu Jahr grösser und ist wie immer äusserst sehenswert ... Vielen Dank für die tolle Organisation der ganzen Veranstaltung und bis zum nächsten Jahr wieder!
Marcel K. und Stef M.

• „Treffpunkt Buch"
Schmökern Sie in aller Ruhe in den verschiedenen Büchern - vor dem Kauf.

• Wann?
18. September 2010, 10 bis 17.00 Uhr.

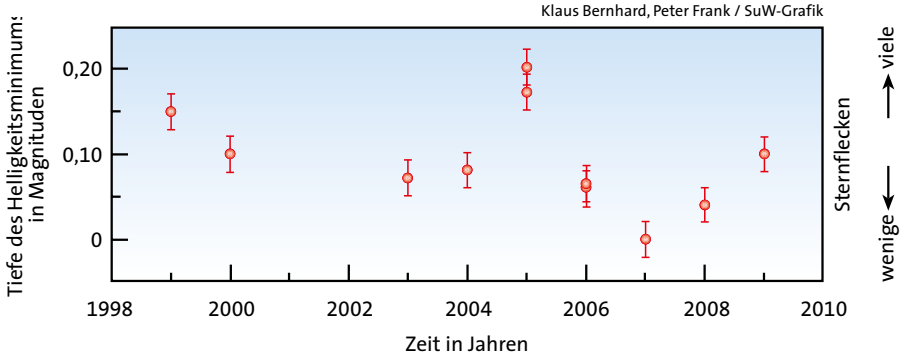
• Wo?
78054 VS-Schwenningen, Messegelände. Mit 6000 kostenlosen Parkplätzen direkt vor den Messehallen.

• Jetzt anfordern
bei Walburga Bergthal
Anselmstraße 8
73760 Ostfildern

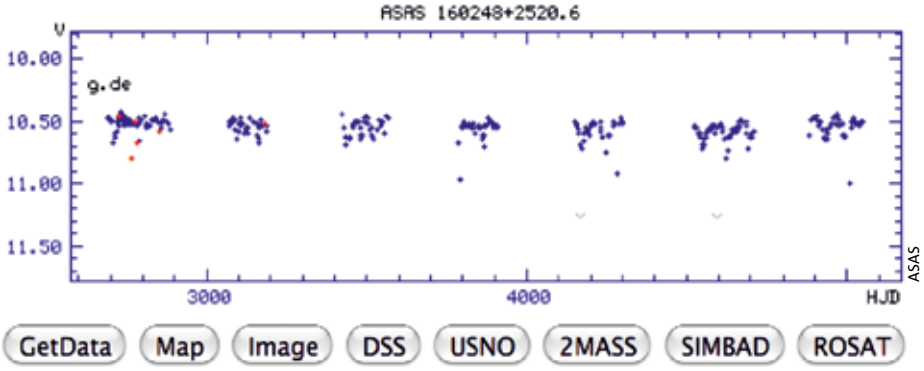
Ansprechpartner: Siegfried und Walburga Bergthal
Tel.: 0711 34 46 80 • Email: info@astro-messe.de

www.astro-messe.de

Klaus Bernhard, Peter Frank / SuW-Grafik



Der Hauptstern des Systems GSC 2038.0293 weist einen deutlichen Aktivitätszyklus auf. Die Kurve lässt erkennen, wie die Tiefe des durch den Sternfleck verursachten Helligkeitsminimums in den Jahren 1999 bis 2009 variierte. Eine große Tiefe, wie sie im Jahr 2005 beobachtet wurde, entspricht einer stark ausgeprägten Fleckenaktivität.



Eine aktuelle Lichtkurve des Sternsystems GSC 2038.0293 steht auf der Website des Himmelsüberwachungssystems ASAS bereit. Aufgetragen ist die optische Helligkeit im V-Band in Abhängigkeit vom Heliozentrischen Julianischen Datum (HJD) in Tagen. Ein Klick auf »GetData« liefert die Daten als Tabelle. Durch Klicks auf die weiteren Buttons lassen sich Daten aus anderen Himmelsdurchmusterungen abrufen.

Bedeckung beider Sterne entsteht. Beim Vergleich der Lichtkurven aus den Jahren 2005 und 2008 fällt auf, dass die Tiefe des durch die Sternflecken verursachten Minimums nicht konstant ist, denn ähnlich wie bei unserer Sonne gibt es auch bei aktiven Sternen Aktivitätszyklen, die mehrere Jahre dauern können. Deshalb untersuchten wir, wie sich die »Sternfleckenminima« über einen Zeitraum von mehreren Jahren hinweg verhalten.

Da unsere eigenen Daten keinen genügend langen Zeitraum erfassten, nahmen wir Beobachtungen der automatischen Himmelsüberwachungssysteme ROTSE und ASAS (All Sky Automated Survey) hinzu. In den Datenarchiven dieser Projekte fanden wir Beobachtungen, die bis in das Jahr 1999 zurückreichen. Gemeinsam mit unseren eigenen Beobachtungen der Jahre 2005 bis 2009 lässt sich die Tiefe des breiten, durch Sternflecken verursachten Minimums der Lichtkurve vermessen und ihr zeitlicher Verlauf darstellen (siehe Bild ganz oben).

Das Diagramm lässt erkennen, dass die durch Sternflecken verursachten Minima in den Jahren 1999 und 2005 mit einer Tiefe von rund 0,2 mag besonders deutlich ausgeprägt waren. Somit war die Fleckenaktivität innerhalb dieses Zeitraums besonders groß. Eine genauere Datenanalyse führt zu einem relativ kurzen Aktivitätszyklus von 5,5 Jahren. Dies passt ausgezeichnet zu den Ergebnissen, die eine Forschergruppe um die ungarische Astronomin Katalin Oláh im Jahr 2000 veröffentlichte. Die Astronomen wiesen darauf hin, dass die Zykluslänge aktiver Sterne umso kürzer ist, je schneller sie rotieren.

Ein Doppelstern im World Wide Web

Günstigerweise liegt das Sternsystem im Beobachtungsbereich der beiden in Chile und Hawaii stationierten ASAS-Himmelsüberwachungssysteme. Daher ist es jedem Interessierten möglich – sozusagen vom Lehnstuhl aus – über das Internet die aktuelle Helligkeitsentwicklung von GSC 2038.293 zu verfolgen.

Mit der von uns ermittelten Periode von 0,495409 Tagen lassen sich dann die Messwerte jeweils eines Jahres mit einem Tabellenkalkulationsprogramm, beispielsweise mit Excel, zu einer Lichtkurve überlagern. Durch Abschätzen der Tiefe des breiten, durch Sternflecken verursachten Minimums lässt sich dann die aktuelle Sternfleckenaktivität leicht nachvollziehen. Die Autoren dieses Beitrags sowie die Bundesdeutsche Arbeitsgemeinschaft für Veränderliche Sterne e. V. (BAV) stehen dabei gerne mit Tipps zur Datenauswertung zur Verfügung.

Nach unseren Prognosen sollte die Sternfleckenaktivität von GSC 2038.0293 im Laufe des Jahres 2010 weiter zunehmen. Mit Überraschungen ist aber – ähnlich wie bei der Aktivität unserer Sonne – immer zu rechnen, was den Anreiz zu weiteren Beobachtungen sicherlich erhöhen dürfte!

KLAUS BERNHARD ist Chemiker und beschäftigt sich in seiner Freizeit schon seit mehr als einem Jahrzehnt mit der Entdeckung und Klassifizierung veränderlicher Sterne.

PETER FRANK ist seit mehr als 50 Jahren Mitglied der Vereinigung der Sternfreunde e. V. und seit 1961 aktiver Beobachter in der Bundesdeutschen Arbeitsgemeinschaft für Veränderliche Sterne e. V. Sein besonderes Interesse gilt den Bedeckungsveränderlichen, die ihm ebenfalls seit vielen Jahren Entdeckerfreuden bescheren.

Literaturhinweise

Bernhard, K., Frank, P.: GSC 2038.0293 is a new short-period eclipsing RS CVn variable. Information Bulletin of Variable Stars, 5719, S. 1 – 4, 2006.

Olah, K. et al.: Multiperiodic light variations of active stars. In: Astronomy & Astrophysics, 356, S. 643 – 653, 2000.

Weblinks zum Thema:
www.astronomie-heute.de/artikel/1029881

Naturwissenschaftliches Wissen aus erster Hand für Schulen und Schüler

AUS DER FORSCHUNG IN DEN UNTERRICHT

Das Projekt Wissenschaft in die Schulen! – eine Investition in die Zukunft

Naturwissenschaften und Technik sind für Oberstufenschüler eine spannende Sache und für den Wirtschaftsstandort Deutschland von fundamentaler Bedeutung. Daher möchten wir gemeinsam mit Ihnen das Interesse der Jugendlichen an diesem Themenbereich wecken und fördern. Wir – das sind der Verlag Spektrum der Wissenschaft, die Gesellschaft für Biochemie und Molekularbiologie, das Max-Planck-Institut für Astronomie und die Landesakademie für Fortbildung und Personalentwicklung an Schulen in Bad Wildbad.

Bisher haben sich schon über 7500 Schüler für WIS angemeldet. Wenn Sie wissen möchten, wie Sie eine Klasse und das Projekt unterstützen können und was es mit WIS auf sich hat, dann finden Sie hier die Informationen: **www.wissenschaft-schulen.de**

MEHR ALS TAUSEND SCHÜLER SIND SCHON DABEI. TAUSEND DANK AN UNSERE SPONSOREN!

DOW CORNING · Mavels Backstube · Büchner · Barella · MERCK · SWEN · evotec · MR · FBH Ferdinand-Braun-Institut für Höchstfrequenztechnik · FALK & Co · ZAHORANSKY GROUP · Mainova · INEOS Phenol · theben · Melexis · GFZ Potsdam · DBK · STEIGERWALD Arzneimittelwerk GmbH · Grafschafter · Linde

Siemens | LS medcap GmbH | Märkischer Arbeitgeberverband | Symbio Herborn Group | Steinwald Edv | Großdrebnitzer Agrarbetriebe Freundeskreis des evang. Heidehofgymnasiums Stuttgart | Förderverein »Freunde des Helmholtzgymnasiums« Zweibrücken | NDT Systems & Services Stutensee | Verein der Ehemaligen des Gymnasiums Marianum Warburg | Stadtwerke Düsseldorf | Karl-Möller-Stiftung | AREVA Energietechnik GmbH | Förderverein des Eichenfeldgymnasiums | Kernkraftwerk Isar, Essenbach | Dr. Arnold-Hueck-Stiftung