

Kapitel 4 – Über veränderliche Sterne

Die Namensgebung von veränderlichen Sternen

Der Name eines veränderlichen Sterns besteht im Allgemeinen aus einem oder zwei Großbuchstaben oder einem griechischen Buchstaben, gefolgt von einer Abkürzung bestehend aus drei Buchstaben des jeweiligen Sternbildes. Es gibt auch Veränderliche mit Namen wie V746 Oph und V1668Cyg. Diese Sterne liegen in Konstellationen, für die alle Buchstaben-Kombinationen schon vergeben worden sind (z. B. ist V746 der 746ste veränderliche Stern, der im Sternbild Ophiuchus entdeckt wurde). Der Kasten auf der rechten Seite enthält weiterführende Erklärungen zur Benennung veränderlicher Sterne.

Beispiele: SS Cyg
 Z Cam
 alf Ori
 2134 Sgr

Tabelle 4.1 (Seite 24) listet alle offiziellen Abkürzungen von Sternbildern auf.

Es gibt auch einige abweichende Bezeichnungen. Manche Sterne bekommen etwa vorläufige Namen, bis die Verfasser des *General Catalogue of Variable Stars (GCVS)* ihm einen festen Namen zuordnen. Ein Beispiel ist N Cyg 1998, eine Nova im Sternbild Cygnus, die 1998 entdeckt wurde. Diese Sterne bekommen dann Namen wie NSV 251 oder CVS 3335, wobei der erste Teil den Sternkatalog bezeichnet, der zweite Teil seine Nummer in ebendiesem Katalog.

In den letzten Jahren wurden viele veränderliche Sterne im Zuge von großen, photometrischen Himmelsdurchmusterungen, Datenbankauswertungen und anderen Verfahren gefunden. Die so gefundenen Sterne erhalten später entweder einen GCVS Namen, auf sie kann aber auch gemäß der Bezeichnung, die sie im Katalog einer bestimmten Durchmusterung erhalten haben, verwiesen werden. Eine Auflistung vieler Kataloge und die Syntax ihrer Benennungen findet sich in Anhang 4 dieses Handbuchs.

Vereinbarungen zur Benennung veränderlicher Sterne

Die Namen veränderlicher Sterne wie sie im General Catalog of Variable Stars (GCVS) erscheinen, werden von einem Team des Sternberg Astronomical Institute in Moskau festgelegt. Die Zuordnungen folgen dabei der Reihenfolge, in der die Sterne in einem Sternbild gefunden wurden. Wenn sich ein Stern mit einem griechischen Buchstaben-Namen als Veränderlicher herausstellt, kann auch unter diesem Namen auf ihn verwiesen werden. In allen anderen Fällen bekommt der erste in einem Sternbild gefundene veränderliche Stern den Buchstaben R, der nächste S, und so fort bis zum Buchstaben Z. Der nachfolgende Stern erhält die Bezeichnung RR, dann RS, usw. bis RZ. Es folgen entsprechend SS-SZ und weiter bis ZZ. Im Anschluss daran beginnt die Namensgebung am Anfang des Alphabets: AA, AB und weiter bis QZ. Dieses System (der Buchstabe J wird übersprungen) besteht aus 334 möglichen Namen. In einigen Sternbildern gibt es aber so viele veränderliche Sterne, dass eine erweiterte Nomenklatur nötig wird. Nach QZ werden Veränderliche mit V355, V336, usw. bezeichnet. Die Buchstaben werden dann in Kombination mit der Genitivform des Sternbildnamens, siehe Tabelle 4.1, benutzt.

Für den offiziellen Gebrauch und für Berichte, die Sie bei AAVSO einreichen, sollte die Drei-Buchstaben-Abkürzung benutzt werden. Diese Nomenklatur wurde in der Mitte des 19. Jahrhunderts von Friedrich Argelander eingeführt. Er begann mit dem Großbuchstaben 'R' aus zwei Gründen: die Kleinbuchstaben und die Buchstaben am Anfang des Alphabets waren bereits anderen Objekten zugeordnet, was nur noch die Großbuchstaben zum Ende des Alphabets hin offenließ. Argelander vermutete außerdem, dass die Veränderlichkeit von Sternen ein seltenes Phänomen sei, und es erschien daher unwahrscheinlich, dass mehr als 9 veränderliche Sterne in einem Sternbild zu finden sein würden (was freilich nicht so ganz stimmt).

Der GCVS ist online einsehbar unter: <http://www.sai.msu.su/gcvs/index.htm>.

Tabelle 4.1 – *Namen der Sternbilder und ihre Abkürzungen*

Die untenstehende Tabelle listet die Namen der Sternbilder nach I.A.U. Konvention auf. Angegeben ist jeweils der lateinische Name, Nominativ, Genitiv und die übliche Abkürzung.

| Nominativ | Genitiv | Abkürzung | Nominativ | Genitiv | Abkürzung |
|------------------|-------------------|------------------|---------------------|---------------------|------------------|
| Andromeda | Andromedae | And | Lacerta | Lacertae | Lac |
| Antlia | Antliae | Ant | Leo | Leonis | Leo |
| Apus | Apodis | Aps | Leo Minor | Leonis Minoris | LMi |
| Aquarius | Aquarii | Aqr | Lepus | Leporis | Lep |
| Aquila | Aquilae | Aql | Libra | Librae | Lib |
| Ara | Arae | Ara | Lupus | Lupi | Lup |
| Aries | Arietis | Ari | Lynx | Lyncis | Lyn |
| Auriga | Aurigae | Aur | Lyra | Lyrae | Lyr |
| Bootes | Bootis | Boo | Mensa | Mensae | Men |
| Caelum | Caeli | Cae | Microscopium | Microscopii | Mic |
| Camelopardalis | Camelopardalis | Cam | Monoceros | Monocerotis | Mon |
| Cancer | Cancri | Cnc | Musca | Muscae | Mus |
| Canes Venatici | Canum Venaticorum | CVn | Norma | Normae | Nor |
| Canis Major | Canis Majoris | CMA | Octans | Octantis | Oct |
| Canis Minor | Canis Minoris | CMi | Ophiuchus | Ophiuchi | Oph |
| Capricornus | Capricorni | Cap | Orion | Orionis | Ori |
| Carina | Carinae | Car | Pavo | Pavonis | Pav |
| Cassiopeia | Cassiopeiae | Cas | Pegasus | Pegasi | Peg |
| Centaurus | Centauri | Cen | Perseus | Persei | Per |
| Cepheus | Cephei | Cep | Phoenix | Phoenicis | Phe |
| Cetus | Ceti | Cet | Pictor | Pictoris | Pic |
| Chamaeleon | Chamaeleontis | Cha | Pisces | Piscium | Psc |
| Circinus | Circini | Cir | Piscis Austrinus | Piscis Austrini | PsA |
| Columba | Columbae | Col | Puppis | Puppis | Pup |
| Coma Berenices | Comae Berenices | Com | Pyxis | Pyxidis | Pyx |
| Corona Austrina | Coronae Austrinae | CrA | Reticulum | Reticuli | Ret |
| Corona Borealis | Coronae Borealis | CrB | Sagitta | Sagittae | Sge |
| Corvus | Corvi | Crv | Sagittarius | Sagittarii | Sgr |
| Crater | Crateris | Crt | Scorpius | Scorpii | Sco |
| Crux | Crucis | Cru | Sculptor | Sculptoris | Scl |
| Cygnus | Cygni | Cyg | Scutum | Scuti | Sct |
| Delphinus | Delphini | Del | Serpens | Serpentis | Ser |
| Dorado | Doradus | Dor | Sextans | Sextantis | Sex |
| Draco | Draconis | Dra | Taurus | Tauri | Tau |
| Equuleus | Equulei | Equ | Telescopium | Telescopii | Tel |
| Eridanus | Eridani | Eri | Triangulum | Trianguli | Tri |
| Fornax | Fornacis | For | Triangulum Australe | Trianguli Australis | TrA |
| Gemini | Geminorum | Gem | Tucana | Tucanae | Tuc |
| Grus | Gruis | Gru | Ursa Major | Ursae Majoris | UMa |
| Hercules | Herculis | Her | Ursa Minor | Ursae Minoris | UMi |
| Horologium | Horologii | Hor | Vela | Velorum | Vel |
| Hydra | Hydrae | Hya | Virgo | Virginis | Vir |
| Hydrus | Hydri | Hyi | Volans | Volantis | Vol |
| Indus | Indi | Ind | Vulpecula | Vulpeculae | Vul |

AUID

Der 'AAVSO Unique Identifier' (AUID; zu deutsch etwa 'eindeutige Bezeichnung der AAVSO') ist ein alphanumerisches Kennzeichen: 000-XXX-000, wobei die Nullen hier für die Ziffern 0-9 und 'X' für Buchstaben von A-Z stehen. Das ermöglicht 17.576.000.000 verschiedene Kombinationen. Jedem Stern in der AAVSO Internationalen Datenbank wird ein AUID zugeordnet, neu ergänzte Sterne erhalten ihre eigene Bezeichnung.

In den Datenbanken, die die AAVSO unterhält, hat jedes Objekt seine eigene AAVSO Nummer. In Bezug auf diese Datenbank ist die AUID der Name des Objekts. Jener Name, oder Schlüssel, wird benutzt, um ein Objekt eindeutig innerhalb verschiedener Datenbanken zu identifizieren.

Als Beobachter begegnen Sie den AUID vermutlich nie oder müssen auch nicht wissen, welches etwa die AUID von SS Del (000-BCM-

129) ist. Da die Astronomie sich aber zunehmend auf Datenbankauswertungen stützt, kann das Wissen, was unsere verschiedenen Datenbanken verbindet, zunehmend an Wichtigkeit gewinnen, insbesondere für diejenigen, die Zugang zu verschiedenen Datenbanken benötigen.

Der Internationale Veränderliche Sterne Index

Der 'International Variable Star Index' (VSX) ist ein Werkzeug, das verwendet werden kann, um mehr über einen bestimmten Stern zu erfahren. Um VSX zu benutzen, geben Sie einfach den Namen eines Sterns in die Textbox 'Star Finder' oben rechts auf der AAVSO Homepage ein und klicken Sie auf 'Search VSX' (suche VSX). Wenn Sie auf den Namen des Sterns in der Ergebnisliste klicken, können Sie Informationen zu seiner exakten Position, Alternativnamen und Informationen zu seiner Periode und seinem Spektraltyp, Quellenangaben und weitere nützliche Hinweise abrufen.

Nur Mut! Jeder Schritt vorwärts bringt uns dem Ziel näher, und wenn wir es schon nicht erreichen können, so können wir wenigstens daran arbeiten, auf dass uns die Nachwelt keine Untätigkeit vorwerfen kann oder sagen kann, wir hätten nicht wenigstens die Anstrengung unternommen, den Weg für sie zu ebnen.

— Friedrich Argelander (1844)
der 'Vater der Astronomie der veränderlichen Sterne'

Griechische Buchstaben und Sternnamen in der AAVSO

von Elizabeth O. Waagen und Sara Beck, Mitarbeiterinnen bei der AAVSO

Bei der Suche nach einem Stern im 'International Variable Star Index' (VSX) oder auch beim Einreichen eines Beobachtungsberichts in die AAVSO Internationale Datenbank über WebObs, ist es nicht möglich einen griechischen Buchstaben in Namen des Sterns einzugeben - man kann zum Beispiel nicht nach 'μ Cep' oder 'ν Pav' suchen. Es kam daher immer wieder zu Missverständnissen, wie griechische Buchstaben in Sternnamen geschrieben wurden und insbesondere wie 'μ' und 'ν' zu buchstabieren sind.

Warum ist die Schreibweise wichtig?

Es gibt Sterne, deren Argelander-Bezeichnung genauso aussieht wie die Bezeichnung von Sternen mit griechischen Namen, insbesondere in Software, die nicht zwischen Groß- und Kleinschreibung unterscheidet. So sieht im VSX oder in WebObs 'mu Cep' (μ Cep) genauso aus wie 'MU Cep' (M-U Cep) und 'nu Pav' (ν Pav) genauso wie 'NU Pav' (N-U Pav).

Wie hält man die beiden also auseinander?

Die AAVSO hat beschlossen, eine Abkürzung aus drei Buchstaben der russischen Schreibweise von griechischen Buchstaben zu nutzen, wie in der Tabelle auf der rechten Seite unter Spalte 'AID' aufgeführt ist. Nach diesem System wird μ zu 'miu', ν zu 'niu' und 'chi Cyg' zu 'khi Cyg'. Benutzen Sie daher die russischen Abkürzungen für griechische Buchstaben und 'MU' und 'NU' für die Argelander Notation. Anderenfalls könnten Sie den falschen Stern aufrufen oder nicht die Karte ausgegeben bekommen, die Sie angefragt haben.

Um doch noch ein bisschen Verwirrung zu stiften....

Wenn Sie VSX benutzen, werden Sie bemerken, dass der 'primary name' (Erstname) für Sterne wie 'μ Cep' als 'mu. Cep' geführt wird (beachten Sie den Punkt nach dem 'u'). Dort gibt es auch noch weitere Möglichkeiten, den Stern zu bezeichnen wie etwa '* mu Cep', 'HR 8316' oder 'SAO 33693'. Dies sind bekannte Parallelbezeichnungen und es ist in Ordnung diese für die Einreichung von Daten, dem Zeichnen von Lichtkurven des Sterns oder das Erstellen von Sternkarten zu benutzen.

Allerdings ist die bevorzugte Nomenklatur für die Einreichung von Beobachtungsdaten die Abkürzung der russischen Schreibweise, da etwa 'miu Cep' einfach, unzweideutig und weniger anfällig für typographische Fehler ist als andere Bezeichnungen.

Eine Sache noch

Ein anderes Problem betrifft die Schreibweisen 'u Her' und 'U Her'. Da unsere Datenbank nicht zwischen Groß- und Kleinschreibung unterscheidet, sollte 'u Her' als 'u. Her' oder '68 Her' bezeichnet werden.

| | AID | Russisch | Englisch |
|---|------------|-----------------|-----------------|
| α | alf | alfa | alpha |
| β | bet | beta | beta |
| γ | gam | gamma | gamma |
| δ | del | delta | delta |
| ε | eps | eps | epsilon |
| ζ | zet | zeta | zeta |
| η | eta | eta | eta |
| θ | tet | teta | theta |
| ι | iot | iota | iota |
| κ | kap | kappa | kappa |
| λ | lam | lambda | lambda |
| μ | miu | mu | mu |
| ν | niu | nu | nu |
| ξ | ksi | ksi | xi |
| ο | omi | omicron | omicron |
| π | pi | pi | pi |
| ρ | rho | rho | rho |
| σ | sig | sigma | sigma |
| τ | tau | tau | tau |
| υ | ups | upsilon | upsilon |
| φ | phi | phi | phi |
| χ | khi | khi | chi |
| ψ | psi | psi | psi |
| ω | ome | omega | omega |

Typen von veränderlichen Sternen

Man unterscheidet zwei unterschiedliche Arten von veränderlichen Sternen: **intrinsisch**, bei der der Veränderung eine physikalische Ursache des Sterns oder Sternsystems selbst zugrunde liegt, oder **extrinsisch**, in der die Veränderung auf eine Bedeckung des Sterns durch einen anderen zurückgeht oder das Ergebnis der Rotation des Sterns ist. Veränderliche Sterne werden oft in fünf Klassen eingeteilt: **intrinsisch pulsierend**, **kataklysmische** und **eruptive** Veränderliche, sowie **extrinsische Bedeckungsveränderliche** und **rotierende** Sterne.

Eine kurze Beschreibung der Haupttypen von veränderlichen Sternen jeder Klasse wird in diesem Kapitel gegeben. Für eine detaillierte Auflistung aller Klassen und Unterklassen sei auf die Webseite des *General Catalog of Variable Stars (GCVS)* auf <http://www.sai.msu.su/gcvs/gcvs/iii/vartype.txt> verwiesen.

In jeder Beschreibung wird auch der Spektraltyp eines Sterns angegeben. Wenn Sie mehr wissen möchten über Spektraltypen und die Entwicklung von Sternen, können Sie Informationen dazu in allen Texten zu Grundlagen der Astronomie finden oder in einigen der Bücher, die in Anhang 3 aufgelistet werden.

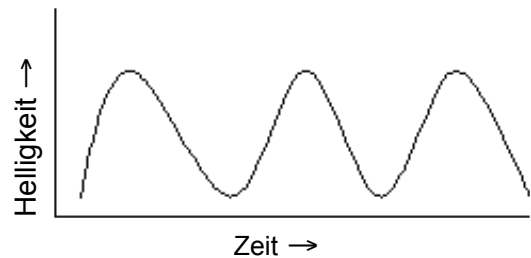
Grundsätzlich ist die Beobachtung langperiodischer und halbregelmäßig pulsierender Veränderliche für den Anfänger am besten geeignet. Diese Sterne haben große Helligkeitsänderungen. Auch sind sie zahlreich genug, sodass die meisten von ihnen in der Nähe von hellen Sternen zu finden sind, was eine große Hilfe beim Auffinden der Veränderlichen ist.

PULSIERENDE VERÄNDERLICHE

Pulsierende Veränderliche sind Sterne, die periodische Expansionen und Kontraktionen ihrer Oberflächenschichten durchlaufen. Die Pulsationen können radial oder nicht-radial sein. Ein radial pulsierender Stern verbleibt in sphärischer Form, während ein Stern mit nicht-radialen Pulsationen periodisch von der Kugelform abweicht. Die folgenden Typen von pulsierenden Sternen können über ihre Pulsationsperiode, Masse, Entwicklungsstufe und die Eigenschaften ihrer Pulsationen charakterisiert werden.

Was ist eine Lichtkurve?

Beobachtungen von veränderlichen Sternen werden üblicherweise als ein Graph aufgetragen, der als Lichtkurve bezeichnet wird, mit der scheinbaren Helligkeit (Magnitude) über die Zeit, zumeist im Julianischen Datum (JD). Die Magnitudenskala wird so aufgetragen, dass die Helligkeit auf der Y-Achse von unten nach oben zunimmt, und das JD auf der X-Achse von links nach rechts.

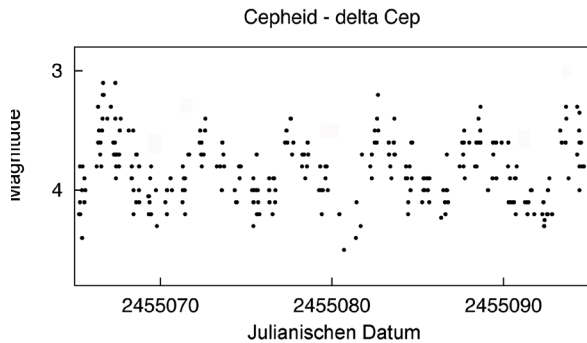


Informationen über das periodische Verhalten von Sternen, die Umlaufzeit bei Bedeckungsveränderlichen oder das Maß der Regelmäßigkeit (oder Unregelmäßigkeit) der Sterneruptionen kann direkt von der Lichtkurve abgelesen werden. Detailliertere Analysen der Lichtkurven erlauben es den Astronomen, Eigenschaften wie die Massen oder Größen der Sterne zu berechnen. Beobachtungsdaten von vielen Jahren oder sogar Jahrzehnten verraten Änderungen der Periode eines Sterns, was auf eine strukturelle Veränderung des Sterns hinweisen kann.

Phasendiagramme

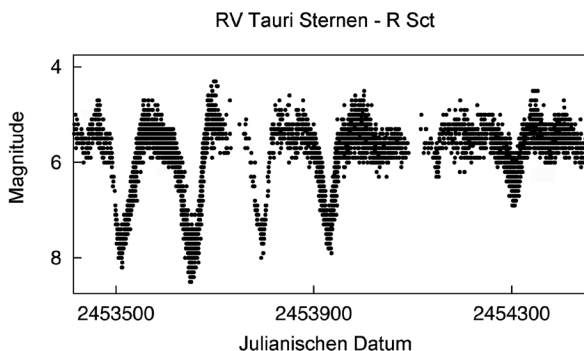
Phasendiagramme (auch 'gefaltete Lichtkurven' genannt) bieten eine gute Möglichkeit um das Verhalten von veränderlichen Sternen wie den Cepheiden und Bedeckungsveränderlichen zu verstehen. In einem Phasendiagramm werden mehrere Zyklen von Helligkeitsänderungen überlagert. Anstatt die Magnitude über das JD zu zeichnen, wie in der normalen Lichtkurve, wird jede Beobachtung aufgetragen als Funktion der Angabe 'wie weit in der Periode' der Stern ist. Für die meisten Veränderlichen beginnt eine Periode bei der maximalen Helligkeit (Phase=0), durchläuft das Minimum und erreicht erneut das Maximum (Phase=1). Bei Bedeckungsveränderlichen wird die Phase null bei der 'Bedeckungs-Halbzeit' (Minimum) gemessen. Ein Beispiel eines Phasendiagramms ist auf Seite 30 dieses Handbuchs gegeben, es verdeutlicht die charakteristische Leuchtkurve von beta Persei.

Cepheiden – Die Cepheiden pulsieren mit Perioden von 1 bis 70 Tagen, mit Variationen in der Helligkeit von 0.1 bis 2 Magnituden. Diese massereichen Sterne haben eine hohe Leuchtkraft und haben in ihrem Maximum die Spektralklasse F, im Minimum G bis K. Sterne mit späten Spektralklassen haben eine längere Periode. Die Cepheiden gehorchen der Perioden-Leuchtkraft-Beziehung. Sie sind eine gute Wahl für Beobachtungsprojekte für Schüler und Studenten, da sie leuchtstark sind und kurze Perioden haben.



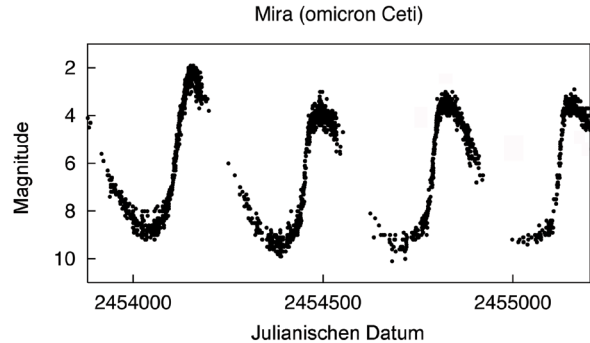
RR Lyrae Sterne – Dies sind kurzperiodische (0.05 bis 1.2 Tage), pulsierende, weiße Riesensterne, üblicherweise der Spektralklasse A. Sie sind älter und haben weniger Masse als die Cepheiden. Die Amplitudenvariation von RR Lyrae Sternen beträgt üblicherweise 0.3 bis 2 Magnituden.

RV Tauri Sterne – Dies sind gelbe Überriesen mit einer charakteristischen Helligkeitsänderung von abwechselnd tiefen und flachen Minima. Ihre Periode, definiert als das Intervall zwischen zwei tiefen Minima, reicht von 30 bis 150 Tage. Die Helligkeitsänderung kann bis zu 3 Magnituden betragen. Einige dieser Sterne zeigen zyklische Langzeit-Variationen von hunderten bis tausenden von Tagen. Im Allgemeinen gehören sie den Spektralklassen G bis K an.

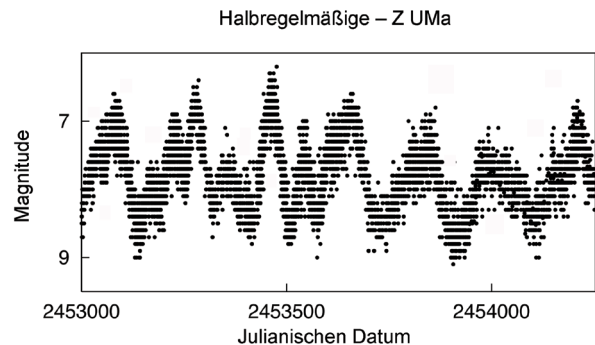


Langperiodische Veränderliche – Langperiodische Veränderliche (Long Period Variables, LPVs) sind pulsierende rote Riesen oder Überriesen mit Perioden zwischen 30-1000 Tagen. Sie gehören zumeist zur Spektralklasse M, R, C oder N. *Es gibt zwei Untergruppen; Mira und Halbregelmäßige*

Mira – Diese Veränderlichen gehören den roten Riesensternen an und variieren mit Perioden von 80 - 1000 Tagen bei visueller Veränderung um mehr als 2.5 Magnituden



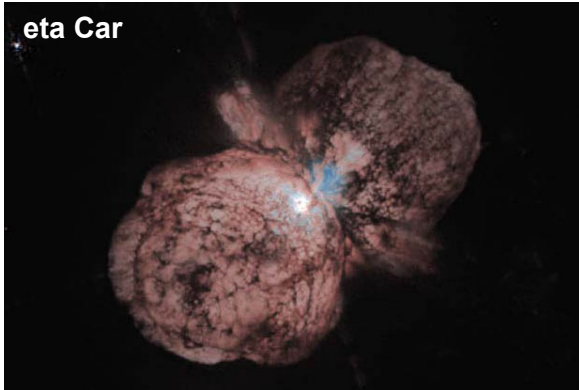
Halbregelmäßige – Diese Riesen und Überriesen zeigen nennenswerte Periodizität begleitet von Intervallen mit halbregelmäßigen oder unregelmäßigen Helligkeitsschwankungen. Perioden reichen von 30 bis 1000 Tage, üblicherweise mit Amplitudenvariationen von weniger als 2.5 Magnituden.



Irregulär veränderliche Sterne – Diese Sterne, von denen die Mehrzahl zu den roten Riesensternen gehört, sind pulsierende Veränderliche. Wie der Name schon sagt, zeigen ihre Helligkeitsschwankungen entweder gar keine oder nur eine schwach ausgeprägte Periodizität.

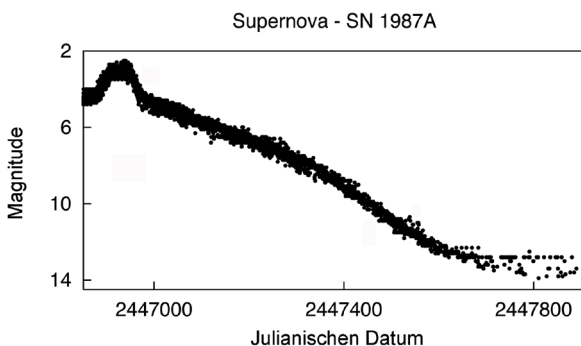
KATAKLYSMISCHE VERÄNDERLICHE

Wie der Name andeutet, erfahren kataklysmische Veränderliche sporadisch heftige Ausbrüche, die ihren Ursprung entweder durch thermonukleare Prozesse ihrer Oberfläche oder in tieferen Schichten haben. Die Mehrheit dieser Sterne ist Teil eines engen Doppelsternsystems, in dem die Partner gegenseitig einen großen Einfluss auf ihre jeweilige Entwicklung nehmen. Es wird zum Beispiel oft beobachtet, dass ein heißer Zwergstern von einer Akkretionsscheibe umgeben ist, die aus Material besteht, das der andere kühlere und größere Stern verloren hat.

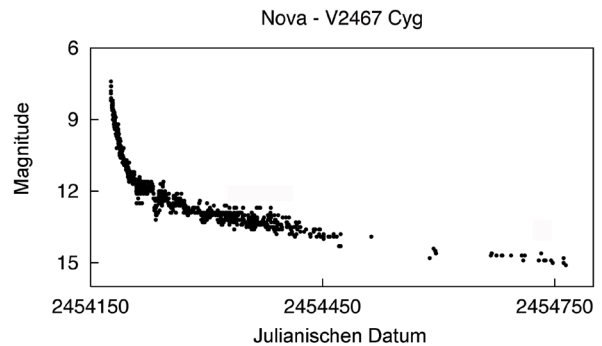


Die beeindruckende Aufnahme des NASA Hubble Weltraumteleskops zeigt eine riesige, aufgeblähte Doppelwolke aus Gas und Staub um den extrem massereichen Stern eta Carinae. Dieser Stern war die Stätte einer gewaltigen Eruption vor etwa 150 Jahren, als er zu einem der hellsten Objekte am südlichen Himmel wurde. Obwohl der Stern dabei genauso viel sichtbares Licht wie bei einer Supernova Explosion abgab, überlebte der Stern den Ausbruch.

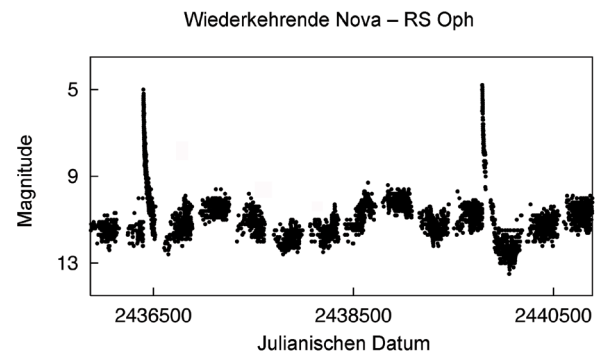
Supernovae – Diese massereichen Sterne zeigen einen dramatischen, finalen Helligkeitsanstieg um 20 Magnituden, teilweise sogar mehr, als Ergebnis einer katastrophalen Sternexplosion.



Novae – Diese engen Doppelsternsysteme aus einem weißen Zwerg als Primärstern und einem massearmen Hauptreihenstern (etwas kühler als die Sonne) als Sekundärstern. Explosive nukleare Brennprozesse der vom Sekundärstern akkretierten Materie auf der Oberfläche des weißen Zwerges bewirken einen Helligkeitsanstieg von 7 bis 16 Magnituden im Zeitraum von einem mehreren hundert Tagen. Nach dem Ausbruch nimmt die Helligkeit wieder langsam bis zur Ausgangshelligkeit ab, was mehrere Jahre oder Jahrzehnte dauern kann. Nahe der maximalen Helligkeit ähnelt das Spektrum einem Riesenstern der Spektralklasse A oder F.

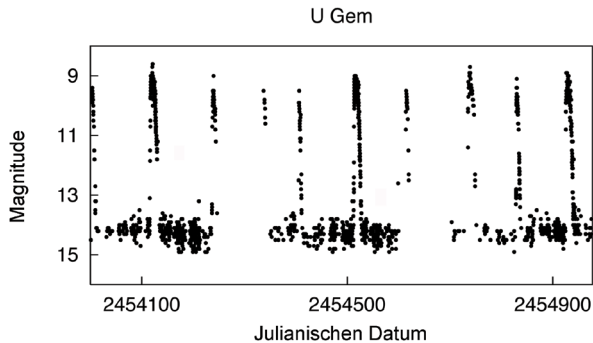


Wiederkehrende Novae – Diese Objekte sind den Novae ähnlich, ihre Eruptionen sind aber um das zwei- oder dreifache geringer als die von Novae, wie historische Aufzeichnungen zeigen.

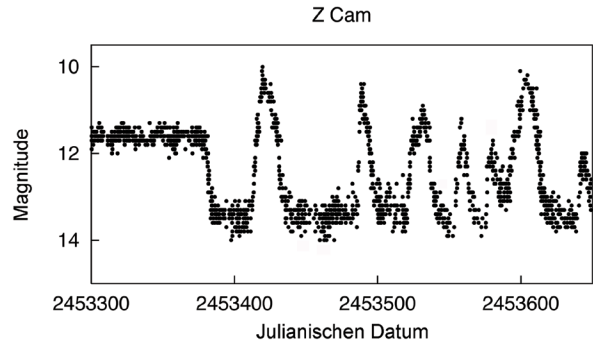


Zwergnovae – Dies sind enge Doppelsternsysteme, die aus einem roten Zwergstern, der etwas kühler als unsere Sonne ist, einem weißen Zwerg und einer Akkretionsscheibe, die letzteren umgibt, bestehen. Die zunehmende Helligkeit um 2 bis 6 Magnituden ist auf Instabilitäten in der Scheibe zurückzuführen, im Zuge derer Material vom weißen Zwerg akkretiert wird. Man unterscheidet drei Unterklassen von Zwergnovae: U Gem, Z Cam und SU UMa Sterne.

U Geminorum – Nach einer ruhigen Periode bei minimaler Helligkeit, werden sie plötzlich leuchtstärker. Je nach Stern ereignen sich diese Eruptionen in Intervallen von 30 bis 500 Tagen und dauern zumeist 5 bis 20 Tage an.

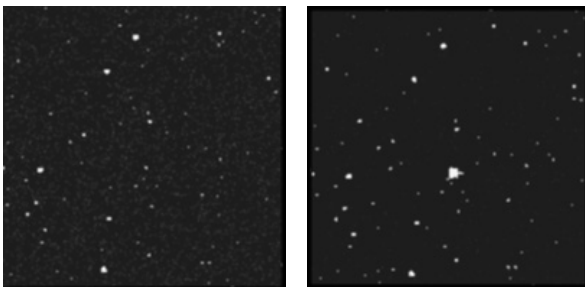


Z Camelopardalis – Diese Sterne ähneln physikalisch den U Gem Sternen. Sie zeigen zyklische Variationen, unterbrochen von Intervallen konstanter Helligkeit, den sogenannten Stillständen. Jene Stillstände entsprechen einer Dauer von mehreren Zyklen, wobei der Stern bei einer Helligkeit verbleibt, die etwa bei einem Drittel zwischen Maximum und Minimum liegt.

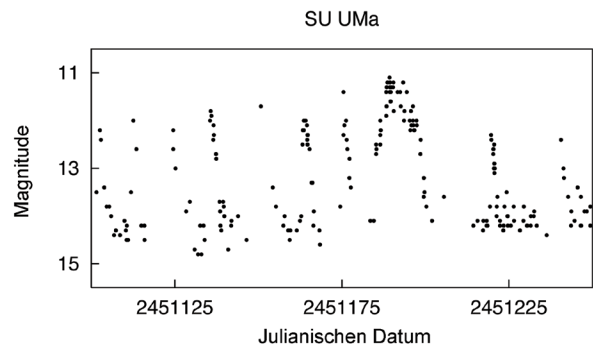


U Geminorum

Die Aufnahmen unten, mit einer Belichtungszeit von 20 Sekunden aufgenommen, zeigen U Gem vor und am Anfang einer Eruption. Die Bilder wurden von AAVSO Direktor Arne Henden, USAR/USNO, mit einem CCD mit V Filter am U. S. Naval Observatorium mit einem 1.0-m Teleskop in Flagstaff, Arizona, aufgenommen. Darunter zeigt eine künstlerische Darstellung von Dana Berry das U Gem System (mit dem sonnenähnlichen Stern rechts und dem weißen Zwerg mit seiner Akkretionsscheibe auf der linken Seite)

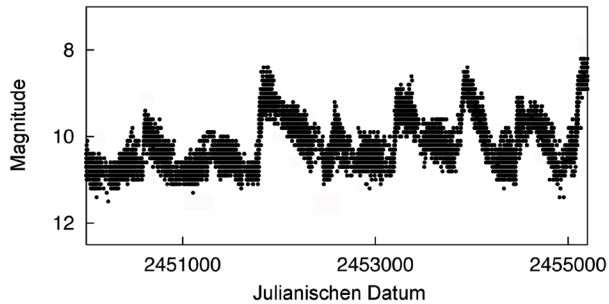


SU Ursae Majoris – Physikalisch den U Gem Systemen ähnlich, haben sie zwei unterschiedlich ausgeprägte Ausbrüche: einer ist schwach, regelmäßig und kurz, mit Dauern von 1 bis 2 Tagen; der andere 'Superausbruch' ist hell, unregelmäßig und lang mit Dauern von 10 bis 20 Tagen. Während des Superausbruchs treten kleinere, periodische 'Superhumps' (auf deutsch 'Superhöcker') auf.



Symbiotische Sterne – Dieses enge Doppelsternsystem besteht aus einem roten Riesen und einem heißen blauen Stern, beide von Materie umgeben. Sie zeigen halbregelmäßige, Nova-ähnliche Ausbrüche mit Amplituden von bis zu drei Magnituden.

Symbiotische Sterne – Z And

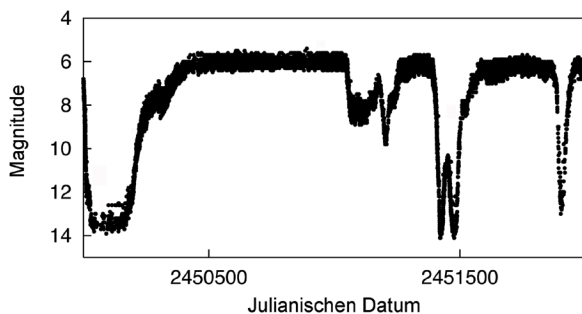


ERUPTIVE VERÄNDERLICHE

Eruptive Veränderliche variieren in ihrer Helligkeit aufgrund von Ausbrüchen und Flares in Chromosphäre und Korona. Die Helligkeitsänderungen werden zumeist begleitet von Ereignissen in den unterschiedlichen Schalen des Sterns und Masseverlust in Form von Sternwinden unterschiedlicher Stärke und/oder durch Wechselwirkungen mit dem umgebenden Interstellaren Medium.

R Coronae Borealis – Diese seltenen, leuchtkräftigen, wasserstoffarmen und kohlenstoffreichen Überriesen zeigen die meiste Zeit ihre maximale Helligkeit, bisweilen unterbrochen von unregelmäßigen Schwankungen um bis zu weniger als neun Magnituden. In deren Anschluss steigt die Helligkeit um Laufe von einigen Monaten bis zu einem Jahr wieder auf die maximale Helligkeit an. Mitglieder dieser Gruppe haben Spektraltypen F bis K oder R.

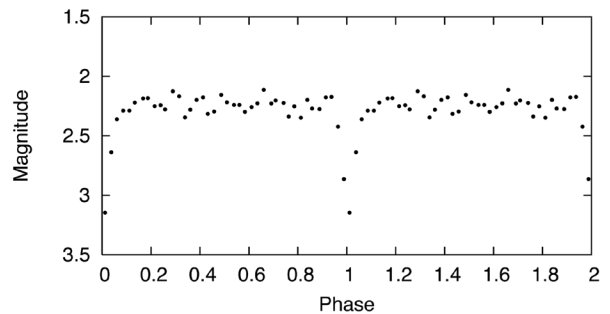
Eruptive - R CrB



BEDECKUNGSVERÄNDERLICHE

Dies sind Doppelsternsysteme, deren Bahnebene in etwa auf der Sichtlinie des Beobachters liegt. Die Sterne bedecken einander periodisch, was eine Verminderung der scheinbaren Helligkeit des Systems zur Folge hat. Die Periode der Verdunkelung stimmt mit der Umlaufzeit des Systems überein und reicht von Minuten bis hin zu Jahren.

Bedeckungsveränderliche – beta Per



ROTIERENDE STERNE

Rotierende Sterne zeigen kleine Helligkeitsschwankungen, die auf helle oder dunkle Punkte oder Flecken auf der Sternoberfläche ('starspots') zurückzuführen sein können. Rotierende Sterne sind oft in Doppelsternsystemen zu finden.