

Der Stern W im Grossen Bären

Autor(en): **Timm, Klaus-Peter**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **39 (1981)**

Heft 182

PDF erstellt am: **06.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-899355>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Der Stern W im Grossen Bären

KLAUS-PETER TIMM

Im Jahre 1902 beobachteten die Potsdamer Astronomen G. MÜLLER und P. KEMPF an dem unscheinbaren Sternchen B.D. +56°1400 im Grossen Bären eine Helligkeit, die gegenüber den in den Jahren 1899 und 1901 beobachteten Helligkeitswerten deutlich abwich.

Bald stellten sie fest, dass der Stern tatsächlich periodischen Helligkeitsschwankungen unterworfen ist. Die Dauer der Periode bestimmten sie mit 4 Stunden 0.21 Minuten. Dieser extrem kurze Periodenwert irritierte die Entdecker, denn kein anderer damals bekannter Veränderlicher wies einen derartig kleinen Wert auf. Als durchaus richtiger Gedanke zur Deutung dieses Phänomens (wie wir unten sehen werden), kam ihnen folgendes in den Sinn: Zwei umeinander rotierende Sterne von nahezu gleicher Grösse und Leuchtkraft bedecken sich periodisch gegenseitig, wobei der Abstand beider Sternoberflächen gering ist.

Ferner beobachteten MÜLLER und KEMPF eine besondere Eigenart der Lichtkurve: zu keinem Zeitpunkt ist der Lichtwechsel still, d.h. ständig verändert sich die Helligkeit des Systems, wobei relativ spitze Minima und breitere Maxima durchlaufen werden. Diese Erscheinung, so die Entdecker, könne aber nur zustandekommen, wenn die Sternkörper ellipsoidisch verformt sind. Später stellte man aufgrund weiterer Beobachtungen fest, dass die Periode den doppelten des ursprünglich angenommenen Wertes besitzt.

Die Veränderlichkeit des Sternes B.D. +56°1400 war zweifelsfrei festgestellt, so dass der Stern die Bezeichnung W Ursae Majoris erhielt.

W Ursae Majoris ist der Prototyp einer Unterklasse von bedeckungsveränderlichen Sternen, den W Ursae Majoris-Sternen. Etwa 400 Sterne dieses Typs sind bis heute bekannt. Da es jedoch allesamt massearme Sterne sind, demzufolge eine geringe absolute Leuchtkraft besitzen ($M_V \approx +5 M_\odot$), können nur diejenigen Sterne gesehen werden, die in der nahen Umgebung der Sonne stehen. Daraus folgt aber, dass die tatsächliche Anzahl der W UMa-Sterne in unserer Milchstrasse weit höher sein muss als bisher beobachtet.

Um die physikalischen Vorgänge im System besser zu verstehen, wollen wir folgendes Gedankenexperiment durchführen:

Wir stellen uns vor, wir befänden uns auf der Oberfläche einer Kugel (z.B. unserer Erde, die ja annähernd Kugelgestalt besitzt). Alsdann schleudern wir einen Stein senkrecht in die Höhe. Der Stein wird zunächst steigen, dann aber einen Punkt in der Höhe x erreichen, wo er haltmacht, um dann wieder herunterzufallen. Anders ausgedrückt: Indem wir den Stein senkrecht nach oben schleudern, geben wir ihm kinetische Energie «mit auf den Weg», die er durch das An kämpfen gegen die Schwerkraft der Erde in der Höhe x , in seinem Umkehrpunkt also, gänzlich verloren hat. Für eine «logische Sekunde» besitzt der Stein im Umkehrpunkt seiner Bahn keinerlei Geschwindigkeit mehr, er hat seine kinetische Energie (= Bewegungsenergie) vollständig verbraucht und besitzt nur potentielle Energie (= Lageenergie). Wenn dann der Stein wieder zu Boden zu fallen beginnt, wächst seine kinetische Energie wieder in dem Masse, wie die potentielle Energie abnimmt.

Stellen wir uns nun vor, wir würden an jedem Punkte der Erde einen Stein senkrecht nach oben schleudern, ihm dabei jeweils die gleiche Anfangsgeschwindigkeit geben, so könn-

te man sich alle Punkte der Höhe x zu einer Kugelfläche denken, die die Erde konzentrisch umschreibt (vgl. Abb. 1).

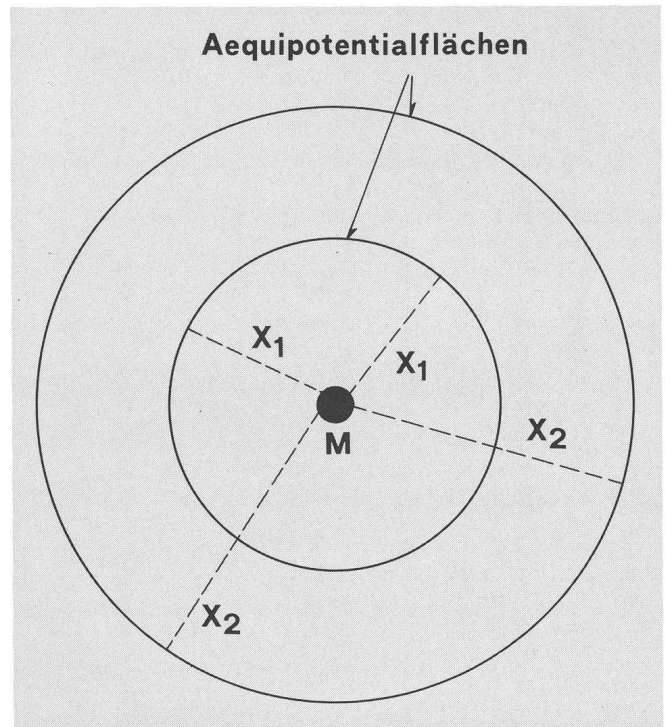


Abb. 1: Äquipotentialflächen um die Erde.

Je grösser aber die Anfangsgeschwindigkeit unseres Steines, desto grösser ist die Kugelfläche.

Diese Kugelflächen nennt man auch Äquipotentialflächen, d.h. die Summe all der Orte, wo die Geschwindigkeit eines emporgeschleuderten Steines Null ist bzw. wo er nur potentielle Energie besitzt.

Komplizierter wird es aber dann, wenn man zwei Gravitationszentren betrachtet, die nahe beieinander stehen. Im System W UMa kreisen zwei Sterne um einen gemeinsamen Massenschwerpunkt, der, da beide Komponenten etwa gleich massereich sind, fast genau in der Mitte der beiden Sterne liegt. Wie die Äquipotentialflächen dann aussehen, zeigt Abb. 2. In der unmittelbaren Nähe der Massen M_1

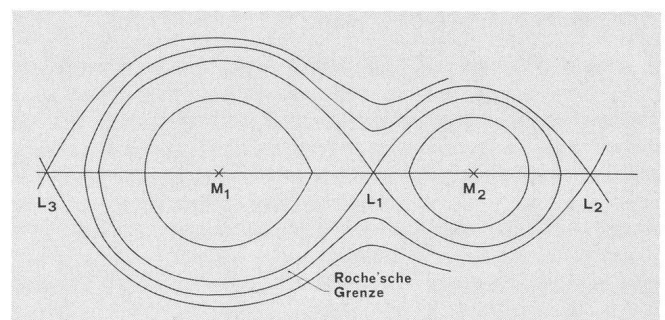


Abb. 2: Meridianschnitt durch die Äquipotentialflächen eines engen Doppelsystems (z.B. W UMa).

und M_2 finden wir konzentrische Äquipotentialflächen, die bei weiterem Abstand von den Massen «eiförmig» werden und mit der Spitze auf das gemeinsame Gravitationszentrum weisen, bis endlich eine «kritische Potentialfläche» erreicht wird. Die Äquipotentialfläche beschreibt hier eine Acht. Ausserhalb dieser Acht finden wir dann beide Massen umschreibende Äquipotentialflächen. Die kritische Potentialfläche, die «Acht», nennt man auch Roche'sche Fläche (nach E. ROCHE 1820–1883, frz. Physiker und Mathematiker) oder Roche'sche Grenze. Innerhalb der Roche'schen Grenze gehört die Materie des Systems entweder zum Potentialloch M_1 oder zum Potentialloch M_2 , ausserhalb der Grenze jedoch umgibt Materie beide Massepunkte.

Von besonderer Bedeutung sind nun die in Abb. 2 bezeichneten Punkte L_1 , L_2 und L_3 . Gefunden hat diese Punkte der französische Mathematiker J.L. LAGRANGE (1736–1813). Im Punkte L_1 kann Materie vom Potentialloch M_1 in das Potentialloch M_2 oder umgekehrt fließen. In den Punkten L_2 und L_3 kann Materie nach aussen strömen, geht also dem System verloren.

In den meisten Fällen von engen Doppelsternen füllen die Komponenten ihre Roche'schen Grenzen nicht aus. Anders bei W UMa. Beide Sterne füllen ihr kritisches Volumen. Sie sind aufgrund gegenseitiger gravitationeller Wirkungen ellipsoidisch verformt und berühren sich im Punkte L_1 mit ihren Oberflächen. Materie fliesst so von einer zur anderen Komponente. Solche Doppelsternsysteme heissen Kontakt-Systeme (engl. contact binaries). Um beide Komponenten herum hat sich überdies eine Gashülle ausserhalb der Roche'schen Grenze gebildet. Das System W Ursae Majoris stellt man sich nun folgendermassen vor: Auf nahezu kreisförmigen Umlaufbahnen umkreisen zwei Sterne vom Spektraltyp F ein gemeinsames Gravitationszentrum. Die Massen der beiden Komponenten betragen $0.9 m_\odot$ bzw. $0.6 m_\odot$. Der Abstand der Sternmittelpunkte beträgt nur 1.5 Millionen Kilometer. Dies entspricht in etwa dem Durchmesser unserer Sonne. Die Umlaufzeit der Komponenten rechnet sich nach 8 Stunden 01 Minuten, was gleichzeitig die Periode des Lichtwechsels ausmacht.

Wie kommt dieser nun zustande?

Da sich die Erde nur wenige Grad ausserhalb der Bahnebene des Systems W UMa befindet, bedecken sich für einen irdischen Beobachter die Komponenten gegenseitig bei ihrem Umlauf. Es kommt dabei allerdings nicht zu einer vollständigen Bedeckung, da die Radien der Komponenten fast gleich gross sind und die Visionsrichtung des Beobachters etwas gegen die Bahnebene des Systems geneigt ist.

Stehen nun beide Komponenten für den irdischen Beobachter nebeneinander, empfangen wir das meiste Licht; die Maximalhelligkeit ist erreicht (vgl. in Abb. 3 die Position a). Beide Sterne drehen sich nun, bis die erste Komponente die zweite fast vollständig bedeckt. Wir sehen nur noch das Licht der ersten Komponente; wir haben Minimallicht (b). Weiter dreht sich das System, bis beide Sterne wiederum nebeneinander stehen (c). Wieder empfangen wir beider Sterne Licht und die Maximalhelligkeit ist erreicht. Bis schliesslich die zweite Komponente die erste bedeckt (d) und jetzt das Nebenminimum durchlaufen wird, ehe die Helligkeit wieder zum Maximum ansteigt. Nebenminimum und Minimum sind fast gleich tief, da sowohl im Radius als auch in der Leuchtkraft beide Komponenten fast gleich sind. Im Falle des Minimums sinkt die Gesamthelligkeit des Systems um 0.7 Grössenklassen, im Falle des Nebenminimums um 0.6 Grössenklassen. Wie wir aus Abb. 3 er-

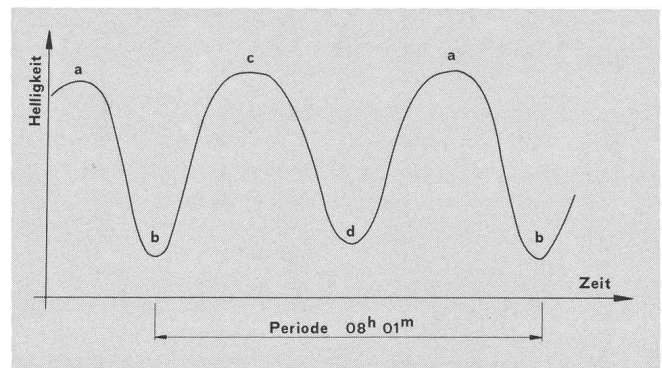


Abb. 3: Lichtkurve für W Ursae Majoris (schematisch).

sehen, bleibt die Helligkeit jedoch zu keinem Zeitpunkt konstant (was schon die Entdecker von W UMa bemerkten). Dies liegt an der ellipsoidisch verformten Gestalt der beiden Sternkörper sowie an der beide Sterne umgebenden Gashülle.

W UMa sowie die ganze Unterklasse von Sternen, die nach diesem Vertreter benannt wurden, bieten dem Astrophysiker das interessante Studium von Sternzwillingen, die aufgrund ihrer grossen räumlichen Nähe zueinander ein symbiotisches Leben durch Austausch von Strahlung und Materie führen. Einblicke in diese Systeme eröffnen ihm einmalige Aspekte der Sternentwicklung. Doch auch der Amateurastronom kommt nicht zu kurz. Für ihn wiederum ist gerade W Ursae Majoris ein lohnendes Beobachtungsobjekt. Der Stern ist hell genug, um in kleineren Instrumenten beobachtet werden zu können. Auch die Grösse des Lichtwechsels lässt sich schon mittels einfacher visueller Helligkeitsschätzung ermitteln. Abschliessend seien einige für die Beobachtung wichtige Daten zusammengestellt:

W Ursae Majoris	Rekt. (1950.0)	09h40m15s
	Dekl. (1950.0)	+56°10'56"
	mag. (phot.)	8.3–9.03
	mag. (vis.)	7.9–8.5
	Periode	0,334 Tage
	Spektrum	F8p + F8p

Da W UMa zirkumpolar ist, kann er das ganze Jahr hindurch beobachtet werden, besonders gut aber im Frühjahr, wenn der Grosse Bär in den ersten Nachtstunden hoch am Himmel steht.

Literatur:

- W.D. HEINTZ: Doppelsterne, München 1971.
 H. MAUDER: W Ursae Majoris-Sterne, Sterne und Weltraum, 12, 252–255, Düsseldorf 1973.
 G. MÜLLER, E. HARTWIG: Geschichte und Literatur des Lichtwechsels, Leipzig 1918.
 G. MÜLLER, P. KEMPF: Ein veränderlicher Stern von aussergewöhnlich kurzer Periode. Sitzungsbericht der kgl. preuss. Akademie der Wissenschaft, Potsdam 1903.
 H. SCHEFFLER, H. ELSÄSSER: Physik der Sterne und der Sonne, Mannheim und Zürich 1974.
 M. WALDMEIER: Panoptikum der Sterne, Bern 1976.

Adresse des Autors:

Klaus-Peter Timm, Königsberger Platz 24, D-5090 Leverkusen 1.