

# **DIE EXPERIMENTELLE BESTIMMUNG DER ROTATIONSDAUER EINES DOPPELSTERNSYSTEMS**

In unserem Projekt „Astrophysik enger Doppelsterne“ beschäftigten wir uns mit der experimentellen Bestimmung der Rotationsdauer des Objekts "DP LEO".

"DP Leo" steht im Sternbild des Löwen und ist mit bloßem Auge nicht sichtbar. Unser Doppelsternsystem besteht aus einem weißen Zwerg und einem roten normalen Stern, deren Massen man 2009 mit den Keplerschen Gesetzen aus den Geschwindigkeiten, mit denen sie sich umkreisen, genau bestimmt hat. Der weiße Zwerg ist etwa halb so schwer wie die Sonne und hat nur die Größe der Erde. Er hat eine sehr hohe Dichte. Der normale Stern, eine kleine rote Sonne, hat ein Zehntel der Masse der Sonne. Der weiße Zwerg ist der ausgebrannte Kern einer erloschenen Sonne. "DP Leo" ist ein bedeckender Doppelstern, bei dem der weiße Zwerg bei jedem Umlauf, alle 90 Minuten, für einige Minuten hinter dem roten Stern verschwindet.

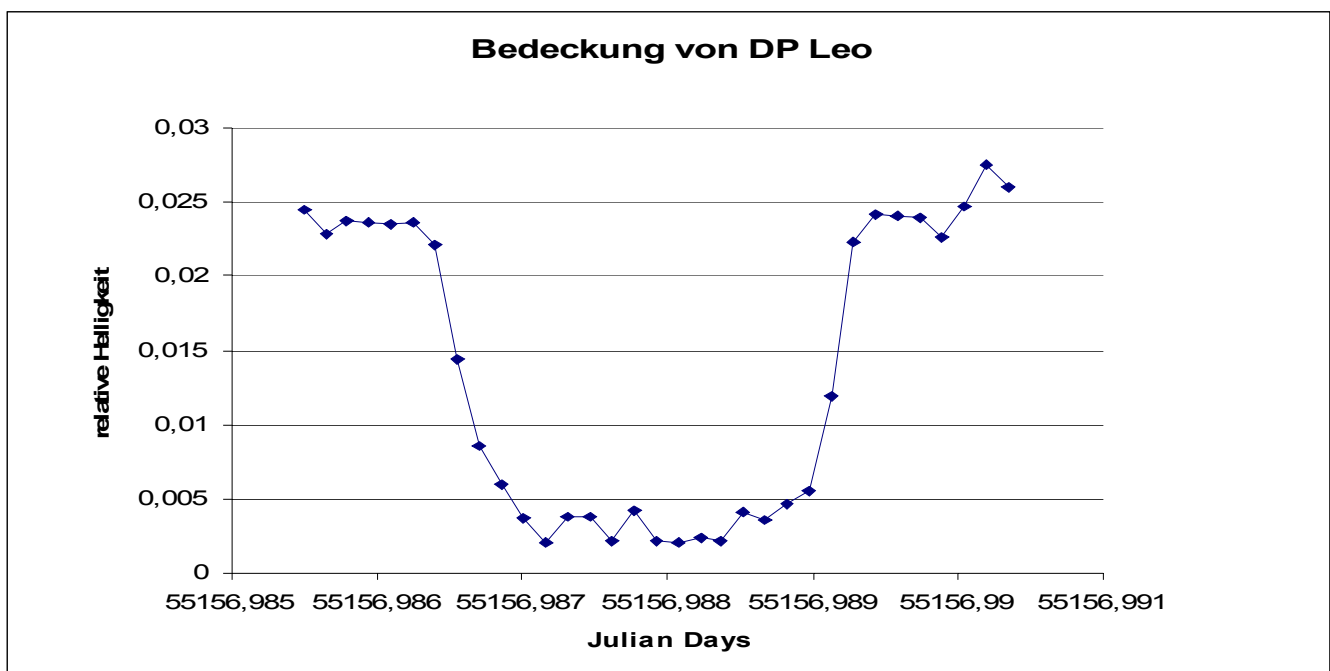
Die Beobachtungen des Doppelsternsystems "DP Leo" haben wir mit MONET North, einem Spiegelteleskop am McDonald Observatory in Texas (siehe Bild unten) gemacht. MONET (MONitoring NETwork of Telescopes) ist ein Projekt der Georg-August-Universität Göttingen, der University of Texas at Austin und des South African Astronomical Observatory bei Sutherland (Südafrika), wo das zweite Teleskop (MONET South) steht. Das Projekt besteht aus zwei gleichen 1,2m-Spiegelteleskopen, mit denen aufgrund ihrer Lage auf der Nord- bzw. Südhalbkugel sowohl der nördliche als auch der südliche Sternenhimmel beobachtet werden kann. Mit den Teleskopen kann ein Ausschnitt von 5x5 Bogenminuten beobachtet werden, was einem Sechstel des Durchmessers des Mondes entspricht.

Die Universität Göttingen hat damit eines der ersten internationalen Netzwerke robotischer Teleskope aufgebaut (d.h., dass sie vollautomatisch über das Internet gesteuert werden können), sodass wir unsere Aufnahmen während der Schulzeit am Vormittag machen konnten.

Hierbei haben wir die Bedeckungen von "DP Leo" beobachtet, die dadurch zustande kommen, dass der kleine, helle „weiße Zwerg“ für etwa drei Minuten hinter dem großen, lichtschwachen Stern verschwindet. Jedoch bleibt der rote Stern nicht – wie in der Zeichnung dargestellt – auf einer Stelle und der „weiße Zwerg“ läuft um ihn herum, sondern

beide Sterne drehen sich um den gemeinsamen Schwerpunkt. Auf die Bahnebene von "DP Leo" schauen wir im Winkel von  $11^\circ$ . Da der Begleitstern groß genug ist, wird der „weiße Zwerg“ mit seinem Brennfleck dennoch vollständig bedeckt.

An das Spiegelteleskop MONET North ist eine hochempfindliche Kamera angeschlossen. Diese kann Bilder in der Größe von  $512 \times 512$  Pixeln aufnehmen, allerdings nur in 256 unterschiedlichen Helligkeitsstufen. Um Farbbilder zu erhalten, muss ein bestimmter Farbfilter vor die Kamera gesetzt werden, der nur eine bestimmte Farbe durchlässt. Um das übliche Rauschen bei diesen Bildern zu minimieren, wird die Kamera auf  $-29^\circ\text{C}$  abgekühlt. Trotzdem können bei solchen Fotos noch weitere Fehler auftreten, z.B. kann kosmische Strahlung für helle Punkte sorgen. Diese Fehler konnten wir mithilfe des Bildbearbeitungsprogramms "Image J" zum Teil korrigieren. Dazu subtrahierten bzw. dividierten wir vom Anfangsbild Vergleichsbilder, die die gleichen Fehler enthielten. Ist das Bild zusätzlich mit einem Farbfilter aufgenommen worden, so kann die Farbe nach der Bildbearbeitung dem Foto wieder zugewiesen werden. Durch die Kombination mehrerer Aufnahmen, die mit verschiedenen Farbfiltern gemacht wurden, kann man echte Farbbilder herstellen. Dadurch treten die Kontraste zwischen den einzelnen Himmelskörpern deutlicher hervor. Bilder, die dies verdeutlichen, könnt ihr auf unserem Plakat im Hauptgebäude finden.



Nun möchte ich euch den Begriff der Photometrie näherbringen: Es gibt zwei Arten der Helligkeitsmessung – die absolute und die relative Photometrie. Bei der absoluten Messung wird nur die Helligkeit des beobachteten Sterns gemessen. Diese Methode ist anfällig für Fehler durch Wolken oder Resthelligkeit des Himmels (multiple Reflexion), zum Beispiel durch gestreutes Licht des Vollmondes, das in die Teleskopöffnung fällt.

Die relative Messung vergleicht die Helligkeit des beobachteten Sterns mit der eines naheliegenden Sterns als Referenzobjekt. Dadurch finden sich die Fehler in beiden Helligkeiten wieder. Bei der Division der gemessenen Werte (Beispielrechnung) hebt sich der Fehler auf. Das Helligkeitsverhältnis (Ratio) ist das Ergebnis der Bestimmung.

Schließlich kann man aus den Helligkeitsmessungen in Abhängigkeit von der Zeit eine Lichtkurve erstellen. Wie im Bild zu sehen ist, ändert sich die Helligkeit eines Doppelsterns während der Bedeckung plötzlich auf nahezu null, da der hellere Stern hinter dem schwächeren Stern verschwindet. Daher können die Bedeckungszeiten eines Doppelsternsystems und deren Periode anhand der Lichtkurve ermittelt werden. Eine Periode umfasst die Dauer von der Mitte einer Bedeckung zur nächsten.

Nachdem wir mithilfe der Photometrie die Periode der Umdrehung des Doppelsternsystems (DS) für unsere Messergebnisse errechnet hatten, konnten wir feststellen, dass sich die Länge der Periode mit der Zeit im geringen Maße veränderte. Daher zogen wir ältere Periodenmessungen von "DP Leo" aus den Jahren 1979 bis 2002 (veröffentlicht von A. Schwobe u.a. in *Astronomy & Astrophysics*, Bd. 392, S. 541) hinzu, die ebenfalls eine Veränderung der Periode im Laufe der Jahre zeigten. Aus diesen sämtlichen Daten errechneten wir zunächst eine durchschnittliche Periode von ca. 89,8025 Minuten. Anschließend ermittelten wir die Abweichung von diesem Mittelwert und bekamen Ergebnisse, die um bis zu 20 Sekunden nach oben und unten abwichen. Um diese mit einer Funktion darzustellen, lag es nahe, die Punkte mit einer Sinusfunktion zu verbinden. Zu erklären ist diese sinusförmige Veränderung wahrscheinlich mit einem weit entfernten Exoplaneten. Dieser dreht sich selber wohl auf einer Ellipse und mit dem Doppelsternsystem um den gemeinsamen Schwerpunkt, wodurch dieses sich selber noch auf einer Ellipse bewegt, deren eine "schmale" Seite anscheinend in Richtung Erde steht und das Doppelsternsystem so fast immer den Abstand zur Erde rapide verändert und nur an den "schmalen" Enden den Abstand in etwa wahrte. Dadurch hat das Licht, das uns erreicht, einen mal längeren und mal kürzeren Weg, für den es dementsprechend länger oder kürzer braucht. Eine Verringerung der Periode ergibt sich, wenn sich das Doppelsternsystem auf seiner elliptischen Bahn auf uns zubewegt und eine Zunahme der Periode, wenn es sich von uns wegbewegt.

So ergeben sich abhängig von der Position dieses Systems unterschiedliche Umlaufperioden, was sich an den ermittelten Werten ablesen lässt.

*Nina Nickol, Tobias Sorge, Hauke Schmülling, Leonie Ulrichs, Dominik Ruhr, Rabea Pons, Johanna Buhlmann (alle 11. Jahrgang)*