

MACHO 120.21657.1458: Ein pulsierender Roter Riese mit einer ausgeprägten langen sekundären Periode

Klaus Bernhard

Abstract: MACHO 120.21657.1458 is a new pulsating red giant (period: 94.4 d) with a long secondary period (LSP) of 1566 d.

Das Projekt MACHO wurde als Zusammenarbeit von US-amerikanischen und australischen Astronomen zur Suche nach "MASSIVE Compact Halo Objects" gegründet. Insgesamt wurden über 20 Millionen Sterne am Mount Stromlo Observatorium in Australien in zwei Farbbereichen beobachtet (R und B). Die Daten wurden anschließend öffentlich über das Internet (<http://wwwmcho.anu.edu.au/>) zugänglich gemacht.

Im Zuge einer Suche nach neuen Mirasternen in der MACHO Datenbank bin ich auf die eigenartig aussehende Lichtkurve von MACHO 120.21657.1458 gestoßen:

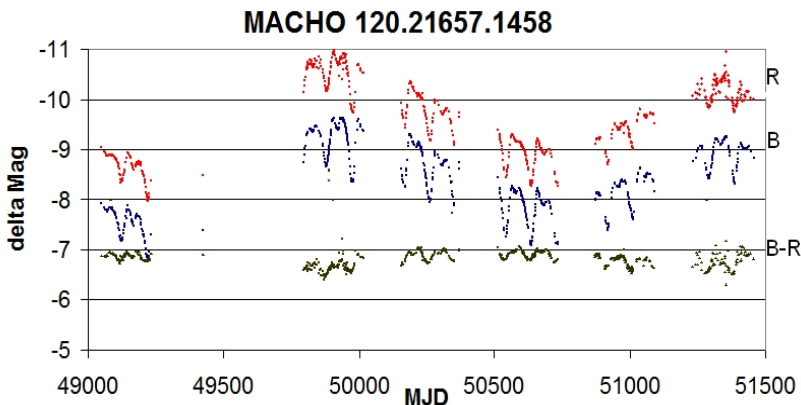


Abbildung 1: R, B und B-R Lichtkurve von MACHO 120.21657.1458

In dem Diagramm sind die instrumentellen Rot (R), Blau (B) und B-R Helligkeiten (verschoben zur besseren Sichtbarkeit) dargestellt. Im Maximum hat der Stern (RA: 18 06 52.051, DEC: -29 36 42.04) im roten Spektralbereich eine Helligkeit von etwa 12 mag. Diese Koordinaten sind nur wenige Grad vom galaktischen Zentrum entfernt. Höchstwahrscheinlich befindet sich der Stern deshalb im sogenannten "galaktischen Bulge", dem zentralen Bereich unserer Milchstraße.

Angesichts der sehr spitzen Minima dachte ich zunächst an eine Art bedeckungsveränderlichen Mirastern. Da ich mir aber nicht sicher war, kontaktierte ich Herrn Dr. Thomas Posch von der Uni Wien, der mich an Herrn Dr. Lebzelter verwies. Dankenswerterweise bekam ich schon am nächsten Tag eine umfassende Antwort:

Demnach handelt es sich eher um einen pulsierenden Riesenstern, der eine lange sekundäre Periode aufweist. Zusätzlich erhielt ich den Tipp, den Stern in das Perioden-Leuchtkraft-Diagramm von pulsierenden Roten Riesen in der großen Magellanschen Wolke einzutragen. Dies könnte den Typ "Long Secondary Period Variable" zusätzlich bestätigen.

An dieser Stelle muss ich zur Erläuterung etwas ausholen. Die meisten der veränderlichen roten Riesensterne wie Halbbregelmäßige oder Mirasterne sind soweit entfernt, dass ihre Distanz nicht so ohne weiteres bestimmbar ist. Bei der Großen Magellanschen Wolke ist aber die Distanz bekannt (ca. 160.000 Lichtjahre) und alle dort befindlichen Veränderlichen daher auch etwa gleich weit von uns entfernt.

Durch das Eintragen der (logarithmierten) Perioden und Helligkeiten gleich weit entfernter Roter Riesen ergibt sich ein sogenanntes Perioden-Helligkeitsdiagramm. Dieses zeigt, dass – ähnlich wie bei den Cepheiden - nur ganz bestimmte Kombinationen von Helligkeiten und Perioden vorkommen. Allerdings ist der Zusammenhang hier komplexer als bei den Cepheiden, da Unterschiede zwischen kohlenstoffreichen und sauerstoffreichen Roten Riesen auftreten und unterschiedliche Arten von Frequenzen angeregt werden. Da Infrarothelligkeiten durch die interstellare Absorption nur verhältnismäßig wenig beeinflusst werden, ist insbesondere das infrarote Ks-Band ideal für Perioden- Helligkeitsdiagramme (Abbildung 2).

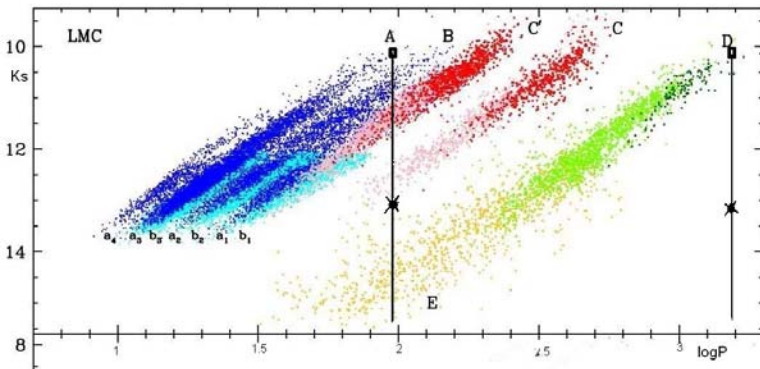


Abbildung 2: Adaptiertes Perioden-Helligkeitsdiagramm mit eingetragenen Perioden von MACHO 120.21657.1458 (adaptiert aus Soszynski et. al, 2007)

In diesem Perioden-Helligkeitsdiagramm der veränderlichen roten Riesensterne in der großen Magellanschen Wolke sind zunächst die unterschiedlichen Veränderlichenarten gut getrennt auffindbar. Die mit A und B bezeichneten Bereiche besiedeln Veränderliche mit geringen Amplituden, C' und C Mirasterne und Halbbregelmäßige sowie D Objekte mit langen sekundären Perioden.

Um unseren MACHO 120.21657.1458 einzutragen, ist es zunächst notwendig, die dem 2MASS Katalog entnommene infrarote Ks-Helligkeit (8.717 mag) auf die Entfernung der großen Magellanschen Wolke umzurechnen. Wenn man annimmt,

dass der Stern im Bereich des galaktischen Bulges situiert ist (20.000 LJ Entfernung), muss eine Korrektur um +4.5 mag zur Magellanischen Wolke (160.000 LJ) vorgenommen werden. Zusätzlich werden die beiden mit "Period04" erhaltenen Perioden (94.4 d und 1566 d) logarithmiert (Lenz&Bregler, 2005).

Somit werden die als Kreuzchen markierten Positionen in Abbildung 2 erhalten. Augenscheinlich ist der Stern deutlich zu schwach, um eine der Punktwolken A, B oder D zu treffen. Ein wesentlicher Grund für diese geringe Helligkeit ist zweifellos in der interstellaren Extinktion zu suchen, die in der Nähe des galaktischen Zentrums sehr stark ist. Um die Wirkung der Extinktion auszugleichen, verschiebt man beide Kreuzchen in gleicher Weise nach oben. Und siehe da, wenn die Erhöhung der Helligkeit 3 Größenklassen beträgt, werden die Punktwolken D und A getroffen! Die beiden Quadrate geben somit die wahrscheinliche Position des Sterns im Perioden-Helligkeitsdiagramm an.

Demnach befindet sich MACHO 120.21657.1458 ganz rechts oben bei den Punktwolken A und D. Dies bedeutet, dass er einer der absolut hellsten pulsierenden Sterne mit langer sekundärer Periode ist.

Die Ursache der langen sekundären Periode ist Gegenstand aktueller Diskussionen und noch nicht völlig klar. Diskutiert wird unter anderem die Bildung sehr große Konvektionszellen (Stothers, 2010), welche die kurzperiodischen Pulsationen überlagert. Daher könnten weitere Beobachtungen von Riesensternen mit sekundären Perioden auch wissenschaftlich wertvoll sein.

Referenzen:

Lenz, P.; Bregler, M., 2005, Comm. in Asteroseismology, 146, 53

Soszynski, I.; Dziembowski, W. A.; Udalski, A.; Kubiak, M.; Szymanski, M. K.; Pietrzynski, G.; Wyrzykowski, L.; Szewczyk, O.; Ulaczyk, K., 2007, Acta Astronomica, v.57, pp. 201-225

Stothers, R., 2010, *ApJ*, 725, 1170

Danksagung:

Diese Arbeit verwendet Daten des MACHO Projekts, einer Kooperation der Universität von Kalifornien und des Mount Stromlo und Siding Spring Observatorium, Australien. Herzlich gedankt sei auch den Herren Dr. Posch und Dr. Lebzelter von der Universität Wien für ihre große Unterstützung zur Klassifizierung des Objekts.

Klaus Bernhard
A-4030 Linz
Klaus.Bernhard@liwest.at