

# Neue, pulsierende rote Riesen mit multiplen Perioden

Klaus Bernhard und Stefan Hümmerich

**Abstract:** *Four new semiregular pulsating red giants with multiple periods have been found in the MACHO database: MACHO 118.18010.7 (2MASS J17582845-3007287), MACHO 118.18534.42 (2MASS J17593384-2950271), MACHO 178.23396.16 (2MASS J18104203-2621555) and MACHO 305.36084.40 (2MASS J18160229-2121456).*

Bei der Fortführung der im BAV Rundbrief 1/2016 im Detail beschriebenen Suche nach roten, pulsierenden Riesen in der MACHO Datenbank (Hümmerich & Bernhard, 2016) konnten wir vier neue interessante Objekte entdecken: MACHO 118.18010.7, MACHO 118.18534.42, MACHO 178.23396.16 und MACHO 305.36084.40. Alle vier Sterne fielen bei der Durchsicht der R-Band-MACHO-Lichtkurven auf, da ihr Lichtwechsel offensichtlich durch Multiperiodizität gekennzeichnet ist. Bei semiregulär pulsierenden Veränderlichen kommen sowohl Objekte vor, die sich – ähnlich den Mirasternen – relativ genau an eine bestimmte Periode halten (SRa), als auch solche, die eine schlechter definierte Periodizität oder multiple Perioden aufweisen (SRb). Eine dritte Gruppe, die SRc-Sterne, umfasst per Definition Überriesen. Einige Beispiele von SRb-Sternen und Erläuterungen zum Lichtwechsel finden sich etwa in Kiss et al. (2000).

Die Grunddaten der vier südlich gelegenen SRb-Sterne sind in Tabelle 1 dargestellt, wobei die Koordinaten und die J- und Ks-Helligkeiten dem 2MASS Katalog (Skrutskie et al., 2006) entnommen wurden.

**Tabelle 1: Koordinaten, Amplituden und 2MASS Helligkeiten der vier SRb-Sterne**

Bezeichnung	Koordinaten (J2000)		Amplitude (R)		2MASS	
	RA	DEC	Max	Min	J	Ks
118.18010.7	17 58 28.45	-30 07 28.73	13.3	14.9	8.985	7.313
118.18534.42	17 59 33.84	-29 50 27.19	13.1	14.7	9.520	8.030
178.23396.16	18 10 42.03	-26 21 55.51	12.5	13.9	8.468	6.889
305.36084.40	18 16 02.29	-21 21 45.69	14.8	15.6	8.133	6.146

Die MACHO-R-Band-Daten wurden mit Period04 (Lenz & Breger, 2005) analysiert und jeweils die beiden Perioden mit der höchsten Semiampplitude in Tabelle 2 angeführt. Angemerkt wird, dass diese Werte nur für den Beobachtungszeitraum gelten. Es ist durchaus denkbar, dass diese an der Grenze zum chaotischen Verhalten stehenden Sterne ihre Perioden im Laufe von Jahren deutlich verändern (siehe etwa auch Bernhard, 2010). Dies trifft in noch stärkerem Ausmaß für Frequenzen mit geringeren Amplituden zu, sodass diese nicht mehr angeführt und auch nicht für die Simulation der Lichtkurven verwendet wurden.

**Tabelle 2: Ergebnisse der Lichtkurvenanalyse mit Period04**

MACHO	Periode (d)	Semiamplitude	Verhältnis P2/P1
118.18010.7	212.2	0.77	1.014
	215.3	0.74	
118.18534.42	171.7	0.28	0.942
	161.8	0.18	
178.23396.16	217.1	0.27	0.751
	163.1	0.19	
305.36084.40	179.4	0.21	1.858
	333.5	0.14	

Auffällig ist an Tabelle 2, dass verschiedene Periodenverhältnisse der beiden dominierenden Perioden vorliegen können, allerdings offenbar Werte nahe der Grundschwingung (MACHO 118.18010.7, 118.18534.42) und der ersten Oberschwingung (305.36084.40) dominieren. Dies steht in Einklang mit Erkenntnissen zum Petersen Diagramm für multiperiodische semireguläre Veränderliche (siehe Fig. 9 in Kiss et al., 1999), wonach multiple Periodizität von SR-Sternen bevorzugt im Bereich der ganzzahligen Vielfachen der Grundschwingung auftritt.

In den Abbildungen 1-4 sind die Lichtkurven inklusive der Simulation unter Berücksichtigung der jeweils dominierenden Frequenzen von Tabelle 2 dargestellt (jeweils MJD vs. mag(R)). Augenscheinlich erkennbar ist an den vier Abbildungen, dass die Simulationen die Helligkeitsentwicklung zwar gut, aber nicht perfekt wiedergeben, was typisch für semireguläre Veränderliche ist.

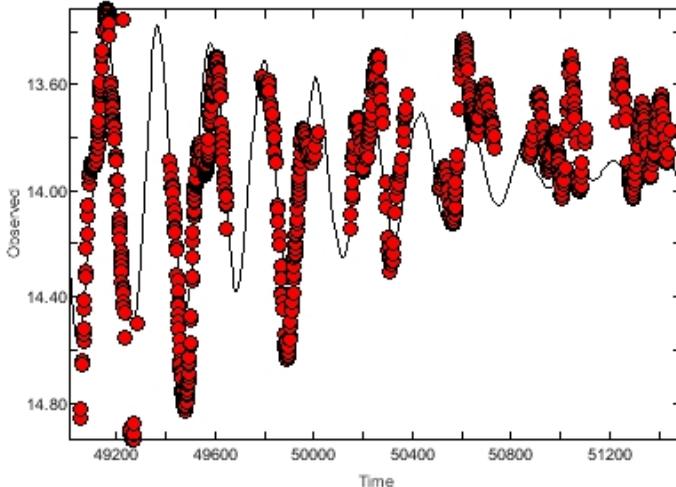


Abbildung 1: Lichtkurve von MACHO 118.18010.7

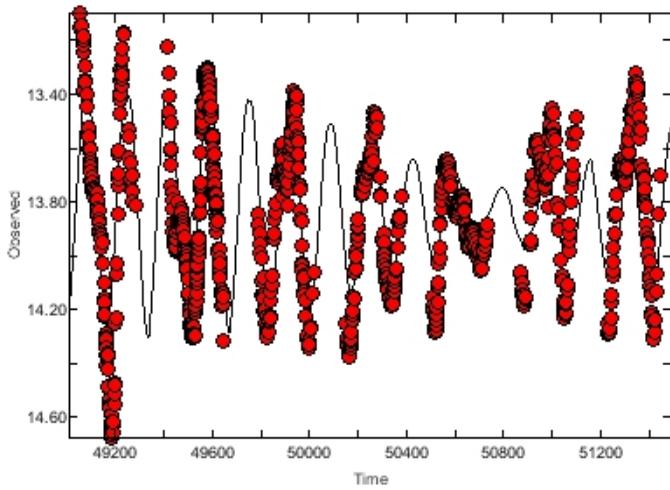


Abbildung 2: Lichtkurve von MACHO 118.18534.42

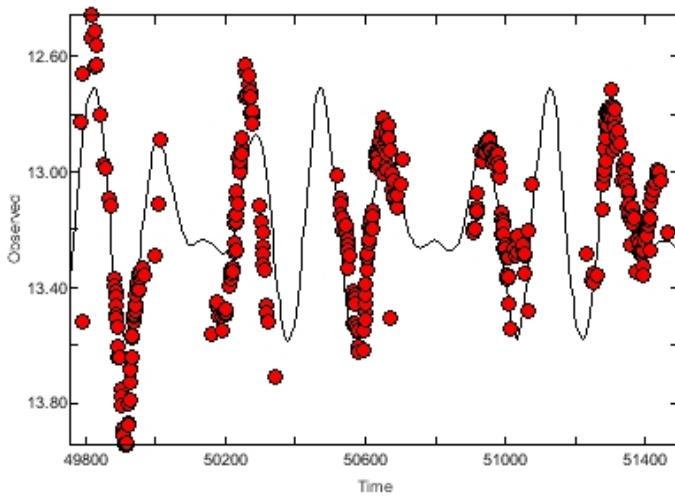


Abbildung 3: Lichtkurve von MACHO 178.23396.16

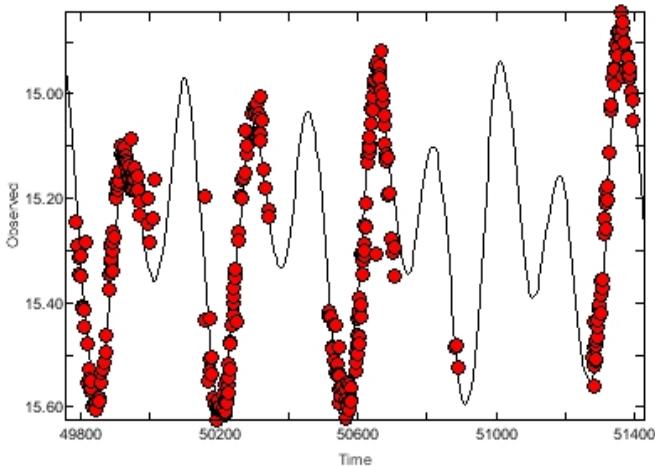


Abbildung 4: Lichtkurve von MACHO 305.36084.40

**Fazit:**

MACHO 118.18010.7, MACHO 118.18534.42, MACHO 178.23396.16 und MACHO 305.36084.40 sind vier schöne, multiperiodische SRb-Sterne mit relativ großen Amplituden, die leider relativ weit südlich stehen. Mit weiteren Beobachtungen könnte geklärt werden, ob die vorgefundenen, dominierenden Perioden stabil sind oder Schwankungen unterliegen.

**Referenzen:**

- Bernhard, K., BAV Rundbrief 1/2010
- Hümmerich, S., Bernhard K., BAV Rundbrief 1/2016
- Kiss L.L. et al., 1999, Astron. Astrophys. 346, 542
- Kiss L.L. et al., 2000, Astron. Astrophys. Suppl. Ser., 145, 283
- Lenz, P., Breger M., 2005, Comm. in Asteroseismology, 146, 53
- Skrutskie, M. F. et. al., 2006, AJ, 131, 1163.

**Danksagung:**

Herrn Dr. Stefan Uttenthaler wird herzlich für seine Ideen zur Auswertung der MACHO Daten gedankt. Diese Arbeit verwendet Daten des MACHO Projekts, einer Kooperation der Universität von Kalifornien und der Mount Stromlo und Siding Spring Observatorien, Australien. Zudem wurden die Datenbanken AAVSO-VSX, SIMBAD und VIZIER verwendet.

Stefan Hümmerich, Stiftsstrasse 4, 56338 Braubach, ernham@rz-online.de

Klaus Bernhard, Kafkaweg 5, A-4030 Linz, Klaus.Bernhard@liwest.at