

Untersuchung der Mira-Sterne RT Boo, TV Peg und VX Aur

Kerstin Rätz, Thomas Berthold

Abstract: *The light-change of the Mira stars RT Boo, TV Peg and VX Aur was analyzed on three ways for a long time. In the first period I estimated the brightness of the variables on sky monitoring photo plates (red spectral range) from Sonneberg Observatory with Argelander's Method, in the last years I measured scanned photo plates with a photometry program and in addition I used visual observations from A.A.V.S.O. for the analysis. The behavior of the periods of the three stars from 1965 to 2013 is described here.*

Die Mira-Sterne RT Boo, TV Peg und VX Aur wurden auf Sonneberger Himmelsüberwachungsplatten geschätzt (auf Rot-Platten). Da die Auswertung nicht sofort durchgeführt wurde, sondern bis dahin etliche Jahre vergingen, sollte der in den letzten Jahren stattgefundenen Lichtwechsel noch in die Auswertung einbezogen werden. Inzwischen sind die Himmelsüberwachungsplatten gescannt worden und liegen als Bilddateien im .fits-Format vor. Solche Dateien können – als wären es mit einer CCD-Kamera gewonnene Bilder – mit einem Photometrieprogramm weiterverarbeitet werden. Da jede Fotoplatte anders ist in ihrer Qualität und ggf. der Aufnahmemittelpunkt nicht immer gleich ist, bot sich das Programm Mira dafür an, mit dem die Photometrie „halbautomatisch“ durchgezogen wurde.

Hierbei stellte ich fest, dass man auf diese Weise erfolgreich den Lichtwechsel von Veränderlichen Sternen verfolgen könnte. Begrenzend war aber ein anderes Problem: In den 1990er Jahren wurden nicht mehr viele Fotoplatten belichtet – sei es durch schlechtes Wetter oder organisatorische Gründe. Da die Beobachtungen in den 1990er Jahren also sehr dünn gesät waren, griff ich dann doch noch auf Fremdbeobachtungen zurück. Die drei untersuchten Mira-Sterne sind recht gut durch visuelle Beobachtungen der AAVSO verfolgt worden. Diese Beobachtungen waren gleich in der Überzahl und mit deren Hilfe kam es dann doch noch zu gut besetzten Lichtkurven. Die Zusammenverarbeitung von Rot-Platten mit visuellen Beobachtungen lässt sich meiner Meinung nach im Rahmen der Genauigkeit von Schätzungen auf Fotoplatten und am Fernrohr vertreten.

RT Boo

Angaben im GCVS: 273.86 d, Sp. M6.5e-M8e

Aus 317 Plattenschätzungen, 37 photometrierten Platten und 5024 visuellen Beobachtungen der AAVSO gewann ich folgende Lichtkurve (Abb. 1) von 2438817 bis 2456472 (Februar 1965 bis Juni 2013).

Versuche, die GCVS-Elemente zu verbessern, zeigten, dass die Periode in den untersuchten Jahren nicht konstant geblieben ist. Mit einer mittleren Periode von 270,0305 d erhält man den unten folgenden (B-R)-Verlauf (Abb. 2).

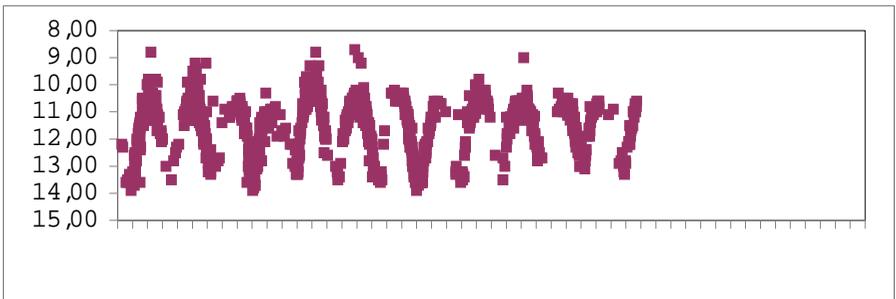
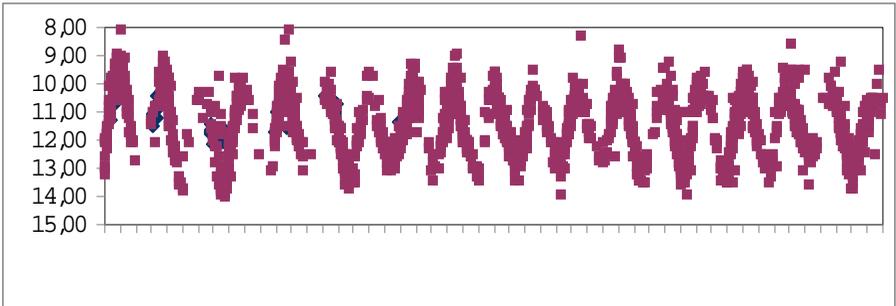
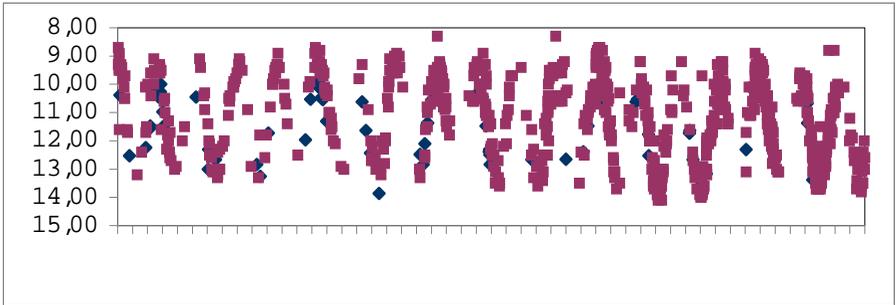
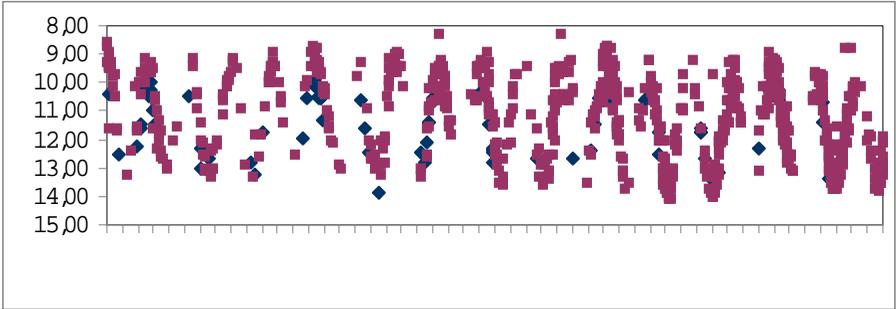


Abb. 1: Lichtkurve von RT Boo Februar 1965 bis Juni 2013

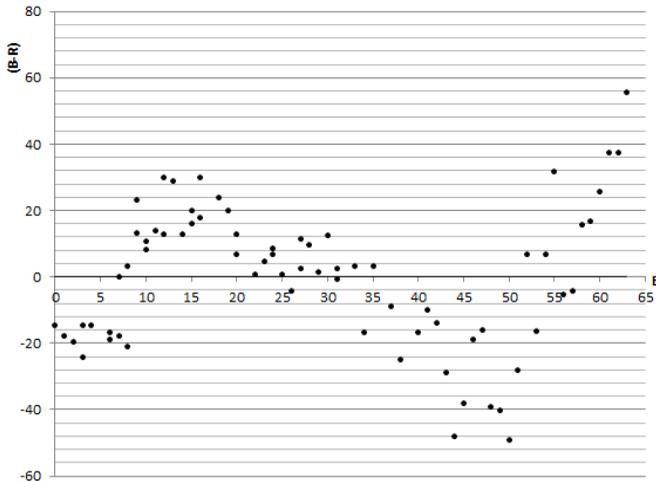


Abb. 2: (B-R)-Diagramm von RT Boo

Um Elemente zu ermitteln, die den Lichtwechsel bestmöglich darstellen, wurde der Beobachtungszeitraum in 3 Teil-Zeiträume zerlegt:

$$2438908 \text{ bis } 2443273 \quad \text{Max} = 2438896,67 + 273,3 \times E$$

$$2443807 \text{ bis } 2452375 \quad \text{Max} = 2443802,51 + 268,275 \times E$$

$$2452666 \text{ bis } 2455990 \quad \text{Max} = 2452677,73 + 275,071 \times E$$

TV Peg

Angaben im GCVS: 247,1 d, Sp. M0e

Aus 449 Plattenschätzungen, 24 photometrierten Aufnahmen und 463 visuellen Beobachtungen der AAVSO erhält man unten folgende Lichtkurve (Abb. 3) von 2438832 – 2456263 (März 1965 bis Dezember 2012).

Auch hier deutet das (B-R)-Diagramm auf eine veränderliche Periode hin. Die aus den ausgewerteten Beobachtungen ermittelten Elemente zeigen eine ausgeglichenerere – wenn auch nur gemittelt – (B-R)-Kurve (Abb. 4).

$$\text{Max.} = 2439076,618 + 247,0522 \times E$$

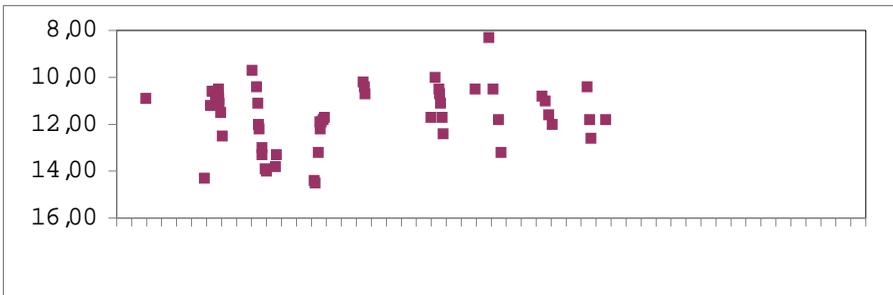
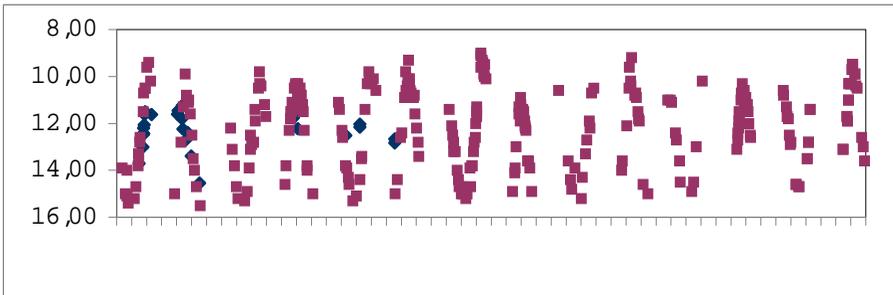
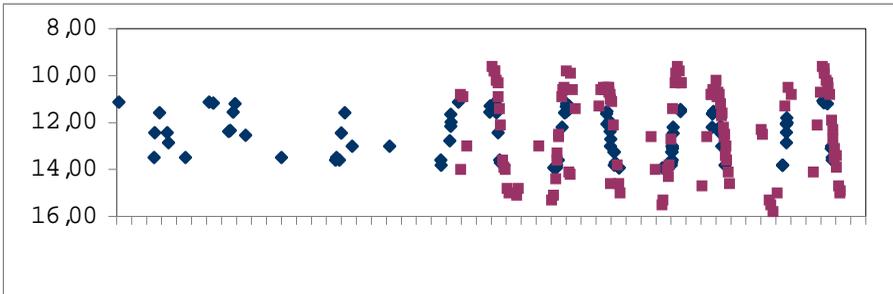
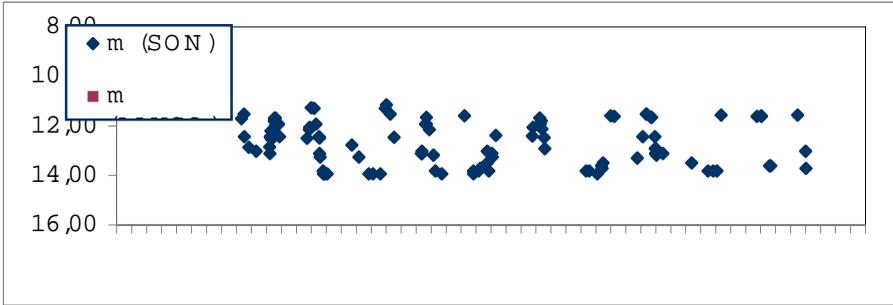


Abb. 3: Lichtkurve von TV Peg März 1965 bis Dezember 2012

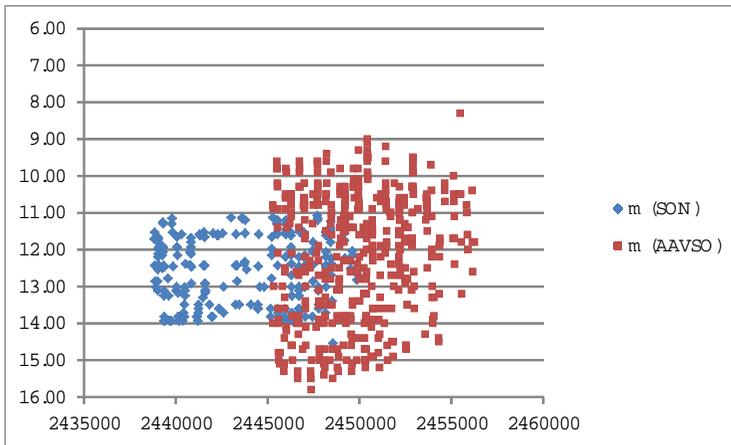


Abb. 4: Lichtwechsel von TV Peg über 48 Jahre: unterschiedliche Amplitude bei Sonneberger und AAVSO-Beobachtungen

Einen interessanten Effekt zeigt diese eigentlich nur als Abfallprodukt entstandene Darstellung – der gesamte Lichtwechsel über die ca. 48 Jahre auf engstem Raum zusammengedrängt. Von der AAVSO wurde eine größere Amplitude beobachtet als auf Sonneberger Himmelsüberwachungsplatten. Leichter zu erklären ist die größere Amplitude zu geringeren Helligkeiten hin: Die AAVSO-Beobachter hatten leistungsfähigere Instrumente zur Verfügung und konnten Helligkeiten unter der Grenzgröße der Sonneberger Himmelsüberwachungsplatten schätzen – die bei den Sonneberger Beobachtungen nur als „schwächer als“-Werte erschienen und nicht in der Lichtkurve auftauchen.

Warum sind aber die Maxima bei der AAVSO heller? Im Vergleich zu den beiden anderen untersuchten Sternen fällt dieser Effekt hier höher aus. Ein Erklärungsversuch ist die um eine „halbe Spektralklasse“ geringere Rotfärbung des Sternes (M0 statt M4). Dadurch erscheint der Stern auf Rot-Platten nicht so stark erhellt wie die M4-Sterne.

VX Aur

Angaben im GCVS: 322,25 d, M4e-M6

Aus 290 Plattenschätzungen, 36 photometrierten Aufnahmen und 2624 visuellen Beobachtungen von der AAVSO ergab sich folgende Lichtkurve (Abb. 5) von 2438765 – 2456437 (Januar 1965 bis Mai 2013).

Es scheint keine bleibende Periode zu geben. Periodenbestimmungsversuche deuteten darauf hin, dass es im Beobachtungszeitraum einen Abschnitt mit steigendem und einen mit fallendem (B-R) gibt (Abb. 6).

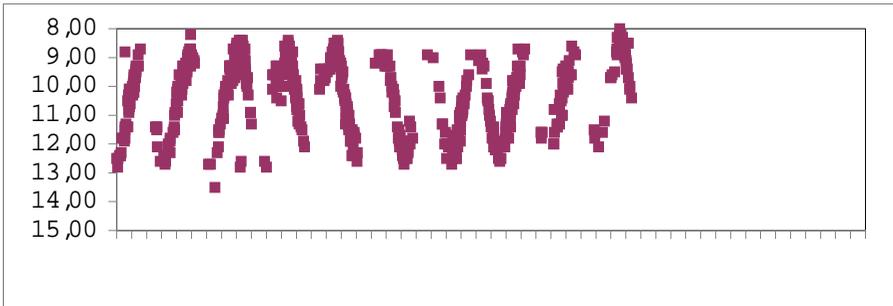
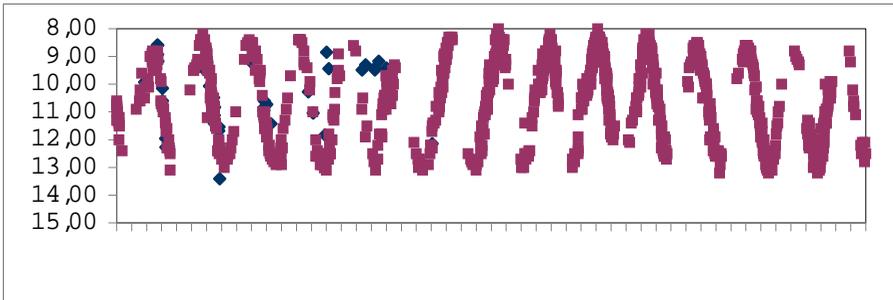
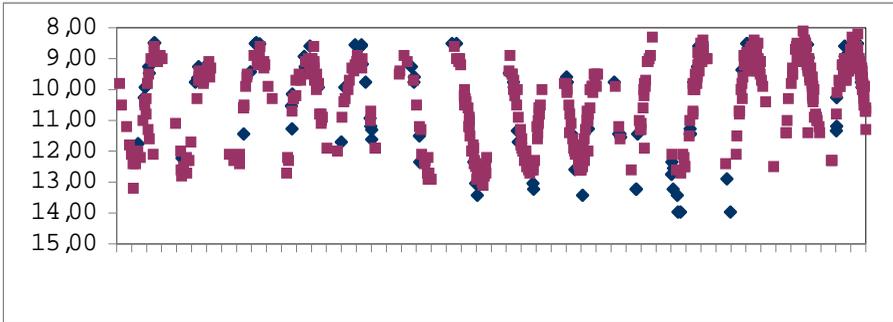
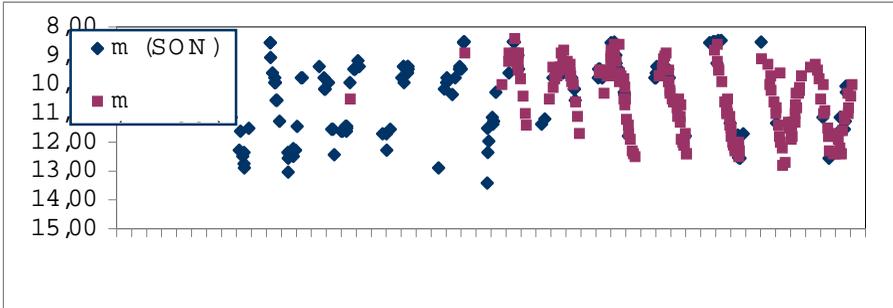


Abb. 5: Lichtkurve von VX Aur Januar 1965 bis Mai 2013

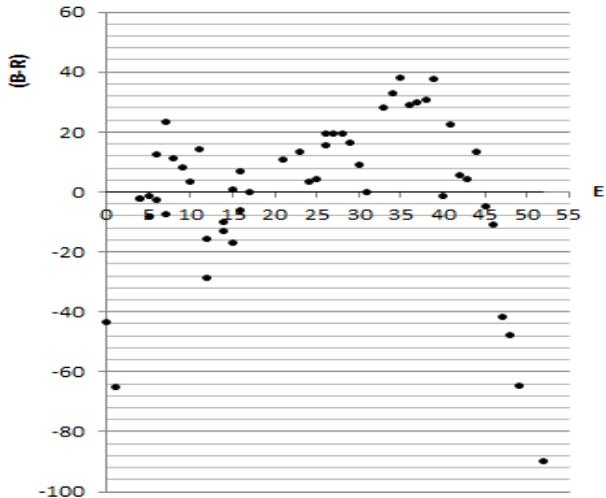


Abb. 6: (B-R)-Diagramm von VX Aur

Für diese beiden Zeiträume wurden folgende Elemente ermittelt:

1966 bis 2000: Max. = $2439318,174 + 330,306 \text{ d} \times E$

2001 bis 2013: Max. = $2452206,091 + 319,954 \text{ d} \times E$

Danksagung

An dieser Stelle sei Herrn Thomas Berthold gedankt für die Bereitstellung der gescannten Sonneberger Himmelsüberwachungsplatten.

Ebenfalls besten Dank den Beobachtern der AAVSO, ohne deren Mitarbeit eine solch ausführliche Auswertung dieser drei Mira-Sterne nicht möglich gewesen wäre.

Kerstin Rätz, Stiller Berg 6, 98587 Herges-Hallenberg, 036847/31401
 KRaetz.Herges@t-online.de

Thomas Berthold, Nauheim Nr. 2, 04746 Hartha, berthold.mt@t-online.de

RT Boo

Maxima Februar 1965 bis Juni 2013

<u>Zeitraum</u>	<u>B</u>	<u>(B-R)</u>	<u>Sonneberg/AAVSO</u>
1	2438908	11.33	S
	2439175	5.03	S
	2439443	-0.27	S
	2439708.5	-8.07	A
	2439718	1.43	S
	2439988	-1.87	S
	2440524	-12.47	S
	2440526	-10.47	A
	2440795	-14.77	S
	2440813	3.23	A
	2441062	-21.07	S
	2441086	2.93	A
	2441366	9.63	A
	2441376	19.63	S
	2441631	1.33	S
	2441633.5	3.83	A
	2441907	4.03	A
	2442176	-0.27	A
	2442193	16.73	S
	2442462	12.43	A
	2442716	-6.87	A
	2442989	-7.17	S
	2442993	-3.17	A
	2443261	-8.47	A
	2443273	3.53	S
2	2443807	4.49	A
	2444073	2.215	A
	2444330	-9.06	S
	2444336	-3.06	A
	2444864	-11.61	A
	2445138	-5.885	A
	2445410	-2.16	A
	2445412	-0.16	S
	2445674	-6.435	A
	2445939	-9.71	A
	2446216	-0.985	S
	2446225	8.015	A
	2446493	7.74	A
	2446755	1.465	A
	2447036	14.19	A
	2447293	2.915	S

2447296	5.915	A
2447837	10.365	A
2448087	-7.91	A
2448377	13.815	A
2448905	5.265	A
2449159	-9.01	A
2449707	2.44	A
2449984	11.165	A
2450250	8.89	A
2450505	-4.385	A
2450756	-21.66	A
2451036	-9.935	A
2451325	10.79	A
2451598	15.515	A
2451845	-5.76	A
2452114	-5.035	A
2452375	-12.31	A

3	2452666	-11.725	A
	2452971	18.204	A
	2453218	-9.867	A
	2453511	8.062	A
	2453806	27.991	A
	2454039	-14.08	A
	2454310	-18.151	A
	2454600	-3.222	A
	2454871	-7.293	A
	2455150	-3.364	A
	2455432	3.565	A
	2455702	-1.506	A
	2455990	11.423	A

TV Peg

Maxima März 1965 bis Dezember 2012

<u>B</u>	<u>(B-R)</u>	<u>Sonneberg/AAVSO</u>
2439057	-19.618	S
2439307	-16.6702	S
2439801	-16.7746	S
2440076	11.1732	S
2440801	-4.9834	S
2441554	6.86	S
2443285	8.4946	S
2443796	25.3902	S
2444529	17.2336	S

2445513	13.0248	S
2446008	13.9204	A
2446255	13.8682	A
2446741	5.7638	A
2446991	8.7116	S
2446993	0.7116	A
2447709	-14.445	A
2448207	-10.5494	A
2448211	-6.5494	S
2448427	-37.6016	S
2448451	-13.6016	A
2448950	-8.706	A
2449201	-4.7582	A
2449696	-3.8626	A
2449950	3.0852	A
2450439	-2.0192	A
2450699	10.9286	A
2451441	11.772	A
2452188	17.6154	A
2452910	-1.5412	A
2453654	1.3022	A
2455131	-4.011	A
2455862	-14.1676	A

VX Aur

Maxima Januar 1965 bis Mai 2013

<u>Zeitraum</u>	<u>B</u>	<u>(B-R)</u>	<u>Sonneberg/AAVSO</u>
1	2439293	-25.174	S
	2439600	-48.48	S
	2440650	10.602	A
	2440650	10.602	S
	2440973	3.296	S
	2440980	10.296	A
	2441308	7.99	S
	2441323	22.99	A
	2441632	1.684	S
	2441663	32.684	A
	2441980	19.378	S
	2442306	15.072	S
	2442630	8.766	A
	2442970	18.46	A
	2443256	-25.846	S
	2443269	-12.846	A
	2443930	-12.458	S

2443933	-9.458	A
2444255	-17.764	A
2444273	0.236	S
2444595	-8.07	S
2444608	4.93	A
2444930	-3.376	A
2446257	2.4	A
2446918	2.788	A
2447237	-8.518	A
2447567	-8.824	A
2447907	0.87	A
2447911	4.87	S
2448240	3.564	A
2448569	2.258	A
2448895	-2.048	A
2449217	-10.354	A
2449537	-20.66	A
2450223	4.728	A
2450557	8.422	A
2450891	12.116	A
2451211	1.81	A
2451541	1.504	A
2451871	1.198	A

2	2452207	0.909	A
	2452497	-29.045	A
	2452850	4.001	A
	2453162	-3.953	A
	2453490	4.093	A
	2453828	22.139	A
	2454139	13.185	A
	2454462	16.231	A
	2454760	-5.723	A
	2455083	-2.677	A
	2455395	-10.631	A
	2456357	-8.493	A