

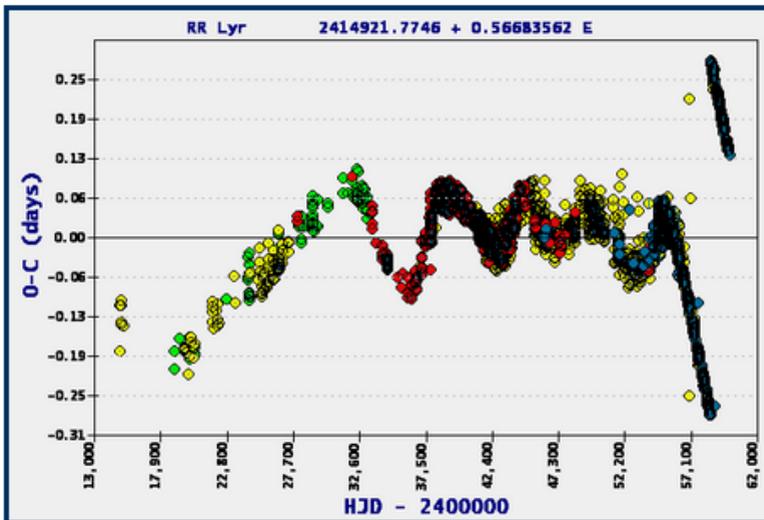
RR Lyr – Anpassung der Elemente

Andreas Barchfeld

Abstract: *Improving the elements of RR Lyr using Excel*

Vor Kurzem gab es eine Diskussion in der Mailingliste über die Vorhersagen von RR Lyr. Diese stimmten mit den Beobachtungen nicht mehr überein. Ich habe mir daraufhin die Daten von GEOS angeschaut. Was man sehr deutlich sehen kann, ist eine lineare Änderung der (B-R)/(O-C)–Werte [1]:

List of maxima



Symbol colors: green: photographic; yellow: visual; red: photoelectric; bleu: ccd; no color: unknown

Abb. 1: (B-R)-Diagramm von RR Lyr, GEOS

Ich habe daraufhin neue Elemente berechnet und in der Mailingliste bekannt gegeben. Dietmar Banunuscher hat diese dann in einem Artikel [2] veröffentlicht. Sie lauten:

$$JD = 2459069.42351 + 0.56677266 * E$$

Dann kam die Frage auf, wie man so etwas berechnet.

Um angepasste Elemente zu bekommen, muss man in einem solchen Fall nicht mit den großen Geschützen zur Periodenbestimmung arbeiten. Die Periode ist ja schon relative gut bekannt. Sonst gäbe es nicht eine solche (B-R)–Abweichung.

Was man natürlich braucht, sind Beobachtungen. Diese kann man bei GEOS als Text- oder CSV-Datei herunterladen. Für die Berechnung benötigt man die Messungen aus dem linearen Zeitraum. Diese kann man in eine Excel-Tabelle laden. Dies sieht dann so aus (Auszug):

	A	B
1	JD	err
2	2458206.22740	0.0023
3	2459001.40760	0.0016
4	2459006.51240	0.0025
5	2459008.77890	0.0011
6	2459010.48030	0.0013

Computer haben ein Problem bei der Genauigkeit, wenn man mit großen Zahlen rechnet, speziell bei Multiplikation und Division. So auch Excel (Anm.: außer man nutzt entsprechende Bibliotheken, die eine beliebige Genauigkeit bieten). Daher kann man von JD auf MJD herunterrechnen. Bei kürzeren Zeiträumen kann man JD noch weiter verkleinern. Man kommt auf:

	A	B	C
1	JD	err	MJD
2	2458206.22740	0.0023	58206.22740
3	2459001.40760	0.0016	59001.40760
4	2459006.51240	0.0025	59006.51240

Mit Formeln sieht dies so aus:

	A	B	C
1	JD	err	MJD
2	2458206.2274	0.0023	=A2-2400000
3	2459001.4076	0.0016	=A3-2400000
4	2459006.5124	0.0025	=A4-2400000

Für die Berechnung der vergangenen Perioden benötigt man eine Ausgangsepoche E_0 .

Diese kann man in die Zelle D1 schreiben und dieser Zelle einen Namen geben. Siehe folgendes Bild oben links. Damit kann dann die vergangene Zeit zwischen E_0 und dem Beobachtungszeitpunkt berechnet werden:

		A	B	C	D
1	JD		err	MJD	59069.42351
2	2458206.2274		0.0023	=A2-2400000	=C2-E0
3	2459001.4076		0.0016	=A3-2400000	=C3-E0
4	2459006.5124		0.0025	=A4-2400000	=C4-E0

Die Zeitdifferenz zwischen zwei Extrema kann man errechnen, indem man den Zeitpunkt des jeweiligen Extremums vom vorhergehenden Extremum abzieht. Dies kann man auf unterschiedliche Art und Weise machen, z.B. wie in Spalte E:

	A	B	C	D	E
1	JD	err	MJD	59069.42351	
2	2458206.2274	0.0023	=A2-2400000	=C2-E0	
3	2459001.4076	0.0016	=A3-2400000	=C3-E0	=C3-C2
4	2459006.5124	0.0025	=A4-2400000	=C4-E0	=C4-C3
5	2459008.7789	0.0011	=A5-2400000	=C5-E0	=C5-C4

Die Spalte D dient der Kontrolle, da an einigen Stellen die Formel manuell angepasst werden muss. Wo? Es gibt Zeilen, wo folgende Werte auftauchen:

	A	B	C	D	E	F
10	2459022.38100	0.0017	59022.38100	-47.04251	2.83050	4.992063492
11	2459023.51220	0.0019	59023.51220	-45.91131	1.13120	1.995061729
12	2459023.51770	0.0027	59023.51770	-45.90581	0.00550	
13	2459028.61570	0.0015	59028.61570	-40.80781	5.09800	8.991181657

In Zelle E12 scheint etwas nicht zu stimmen. Wenn man sich D11 und D12 anschaut, sieht man, dass es zwei Beobachtungen für ein Extremum gibt. Man muss die Formel in Spalte E also von

	C	D	E
9	=2400000	=C9-E0	=C9-C8
10	=0-2400000	=C10-E0	=C10-C9
11	=1-2400000	=C11-E0	=C11-C10
12	=2-2400000	=C12-E0	=C12-C11
13	=3-2400000	=C13-E0	=C13-C12

zu

	C	D	E
10	=A10-2400000	=C10-E0	=C10-C9
11	=A11-2400000	=C11-E0	=C11-C10
12	=A12-2400000	=C12-E0	=C12-C10
13	=A13-2400000	=C13-E0	=C13-C12

ändern.

Dann kommt auch ein vernünftiger Wert in dieser Zelle heraus:

	C	D	E
10	59022.38100	-47.04251	2.83050
11	59023.51220	-45.91131	1.13120
12	59023.51770	-45.90581	1.13670
13	59028.61570	-40.80781	5.09800

In den Spalten F und G wird die Anzahl der jeweils vergangenen Perioden berechnet. Dazu nimmt man eine grobe Näherung der Periode. Hier den Wert 0.567. In Spalte H kann man sich dann eine für diese Beobachtung passende Periode errechnen.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	JD	err	MJD	59069.42351				
2	2458206.2274	0.0023	=A2-2400000	=C2-E0				
3	2459001.4076	0.0016	=A3-2400000	=C3-E0	=C3-C2	=E3/0.567	=GANZZAHL(F3+0.5)	=E3/G3
4	2459006.5124	0.0025	=A4-2400000	=C4-E0	=C4-C3	=E4/0.567	=GANZZAHL(F4+0.5)	=E4/G4
5	2459008.7789	0.0011	=A5-2400000	=C5-E0	=C5-C4	=E5/0.567	=GANZZAHL(F5+0.5)	=E5/G5
6	2459010.4803	0.0013	=A6-2400000	=C6-E0	=C6-C5	=E6/0.567	=GANZZAHL(F6+0.5)	=E6/G6
7	2459014.4499	0.0022	=A7-2400000	=C7-E0	=C7-C6	=E7/0.567	=GANZZAHL(F7+0.5)	=E7/G7

Aus allen diesen Perioden in Spalte H errechnet sich der Mittelwert und die Standardabweichung durch

Mittel	=MITTELWERT(H3:H17)
Std.Abw.	=MITTELABW(H3:H17)

Mittel	0.566704273
Std.Abw.	0.000688062

In diesem Beispiel sind nur Beobachtungen in den Zeilen 3 bis 17. Die Zelle mit dem Mittelwert bekommt den Namen „PBAR“. Mit diesem Mittelwert wird die Epochenzahl neu berechnet:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	JD	err	MJD	59069.42351							
2	2458206.2274	0.0023	=A2-2400000	=C2-E0						=D2/PBAR	=GANZZAHL(J2+0.5)
3	2459001.4076	0.0016	=A3-2400000	=C3-E0	=C3-C2	=E3/0.567	=GANZZAHL(F3+0.5)	=E3/G3		=D3/PBAR	=GANZZAHL(J3+0.5)
4	2459006.5124	0.0025	=A4-2400000	=C4-E0	=C4-C3	=E4/0.567	=GANZZAHL(F4+0.5)	=E4/G4		=D4/PBAR	=GANZZAHL(J4+0.5)
5	2459008.7789	0.0011	=A5-2400000	=C5-E0	=C5-C4	=E5/0.567	=GANZZAHL(F5+0.5)	=E5/G5		=D5/PBAR	=GANZZAHL(J5+0.5)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	JD	err	MJD	59069.42351							
2	2458206.22740	0.0023	58206.22740	-863.19611							-1523.186167
3	2459001.40760	0.0016	59001.40760	-68.01591	795.18020	1402.434215	1402	0.567175606			-120.0201114
4	2459006.51240	0.0025	59006.51240	-62.91111	5.10480	9.003174603	9	0.567200000			-111.0122386
5	2459008.77890	0.0011	59008.77890	-60.64461	2.26650	3.997354497	4	0.566625000			-107.0127981
6	2459010.48030	0.0013	59010.48030	-58.94321	1.70140	3.000705468	3	0.567133333			-104.0105268

In einer beliebigen Zelle, hier C20, kann man nun mit Hilfe der quadratischen Anpassung den linearen Zusammenhang zwischen einer zu bestimmenden Epoche Null und einer zu bestimmenden Periode mit Hilfe von Excel und der Funktion RGP berechnen:

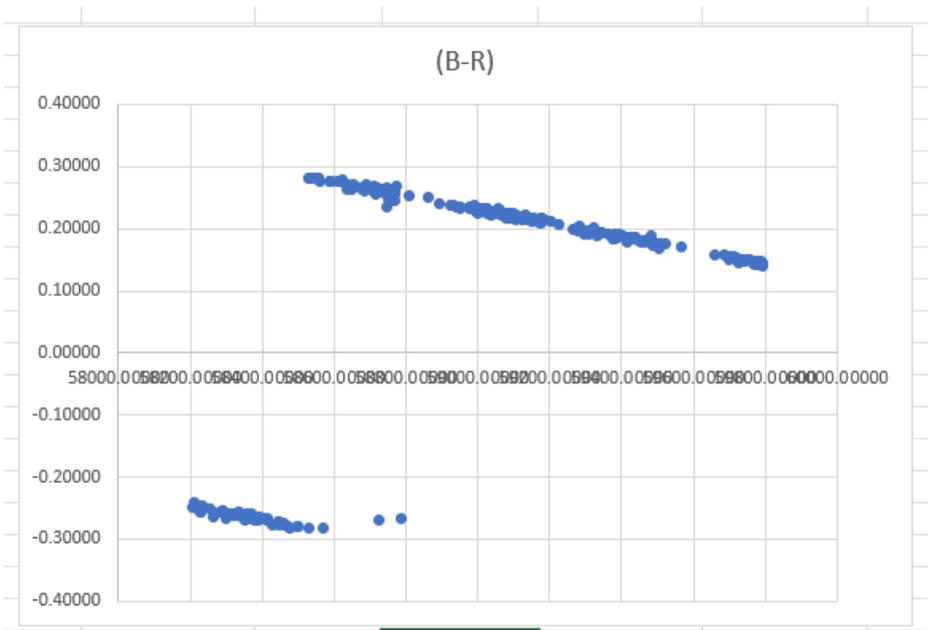
=RGP(C3:C17;K3:K17)		
	=D20+2400000	=C20

Das Ergebnis dieser Ausgleichsrechnung wird in C20 und C21 angezeigt. Die Elemente werden in Zelle D22 angezeigt:

0.5667299	59069.41928
2459069.41928	0.5667299

Da ich in diesem Beispiel nur 17 Beobachtungen genutzt habe, stimmt die Ausgleichsrechnung natürlich nicht mit den veröffentlichten Daten überein.

Auffällig ist in der ersten Grafik ein Sprung in den (B-R)-Werten von ca. -0,3 auf +0,3. Wie kommt ein solcher Sprung in der Darstellung zustande? Der Veränderliche wird solch eine Periodenänderung sicherlich nicht haben. Es ist ein Rundungseffekt. Auch in den herunter geladenen Dateien kann man sich diesen Effekt in Excel anschauen:



Baut man sich aus den Beobachtungsdaten eine Tabelle der (B-R –Werte, so findet man den Sprung in den Werten bei

	A	B	C	D	E	F	G	H	
1	JD	err	MJD	14921.7746	0.56683562		E	R	(B-R)
70	2458457.30740	0.0031	58457.30740	43535.53280	76804.51187	76805.00000	43535.80949		-0.27669
71	2458457.30850	0.0026	58457.30850	43535.53390	76804.51382	76805.00000	43535.80949		-0.27559
72	2458457.31000	0.0031	58457.31000	43535.53540	76804.51646	76805.00000	43535.80949		-0.27409
73	2458470.34190	0.0022	58470.34190	43548.56730	76827.50708	76828.00000	43548.84671		-0.27941
74	2458478.27470	0.0028	58478.27470	43556.50010	76841.50196	76842.00000	43556.78240		-0.28230
75	2458499.25140	0.0031	58499.25140	43577.47680	76878.50864	76879.00000	43577.75532		-0.27852
76	2458499.25140	0.0024	58499.25140	43577.47680	76878.50864	76879.00000	43577.75532		-0.27852
77	2458527.58730	0.0030	58527.58730	43605.81270	76928.49826	76928.00000	43605.53027		0.28243
78	2458527.58750	0.0019	58527.58750	43605.81290	76928.49861	76928.00000	43605.53027		0.28263
79	2458527.58860	0.0030	58527.58860	43605.81400	76928.50055	76929.00000	43606.09710		-0.28310
80	2458536.65550	0.0036	58536.65550	43614.88090	76944.49620	76944.00000	43614.59964		0.28126
81	2458540.62350	0.0021	58540.62350	43618.84890	76951.49646	76951.00000	43618.56749		0.28141
82	2458545.72500	0.0032	58545.72500	43623.95040	76960.49643	76960.00000	43623.66901		0.28139
83	2458556.49320	0.0036	58556.49320	43634.71860	76979.49347	76979.00000	43634.43888		0.27972
84	2458556.49420	0.0031	58556.49420	43634.71960	76979.49523	76979.00000	43634.43888		0.28072
85	2458556.49450	0.0035	58556.49450	43634.71990	76979.49576	76979.00000	43634.43888		0.28102

Hier kann man den Grund erkennen. In der Spalte E ist die Anzahl der Perioden berechnet, die seit der Startepoche für die Beobachtung vergangen ist. Aber die Epochenzahl ist ein ganzzahliger Wert. Man rundet ihn also auf die nächste ganze Zahl. In den Zeilen 76 und 77 sieht man sehr schön, was passiert. In Zeile 76 ist der Wert noch größer als 0,5. Es wird also aufgerundet. In Zeile 77 ist der Wert unter 0,5. Es wird abgerundet. Dadurch kommt es zu einem Sprung in der Berechnung von (B-R), wie man in Spalte H sehen kann.

Bei diesem Sprung in der Berechnung von (B-R) handelt es sich also um ein klassisches Rundungsproblem.

- [1] http://rr-lyr.irap.omp.eu/dbrr/rrdb-V2.0_08.3.php?RR+Lyr&
- [2] BAV Rundbrief 3/2022, Seite 160f

Andreas Barchfeld, andreas.barchfeld@barchfeld-edv.com