

Helligkeitsmessungen und Bestimmung der Periodendauer am Beispiel CY Aquarii

U. Backhaus

Vorgehen

- **Image sequence** einladen¹ und Masterdark abziehen.
- Die **Aperture Photometry Parameters** geeignet einstellen (siehe die [Kurzanleitung von J. Möllmanns](#))
- Durchführung der **Multi-Aperture-Routine** für den gesamten Stack
 - Wenn die Routine stoppt, bevor alle Bilder ausgemessen wurden, kann mit dem Bild fortgesetzt werden, das im Stack-Fenster angezeigt wird, kann die Routine mit dieser Bildnummer fortgesetzt werden². Dabei im Measurement-Fenster gelegentlich auftretendes Chaos

	image	slice	x	y	source-sky	sky/pixel	J.D.
33	Aligned_Process3201392247827.332102.083526544						
34	Aligned_Process3201392247827.332102.083526544						
35	Aligned_Process3201392247827.332102.083526544						
36	Aligned_Process3201392247827.332102.083526544						
37	Aligned_Process3201392247827.332102.083526544						
38	Aligned_Process3201392247827.332102.083526544						
39	Aligned_Process3201392247827.332102.083526544						
40	Aligned_Process3201392247827.332102.083526544						
41	Aligned_Process3201392247827.332102.083526544						

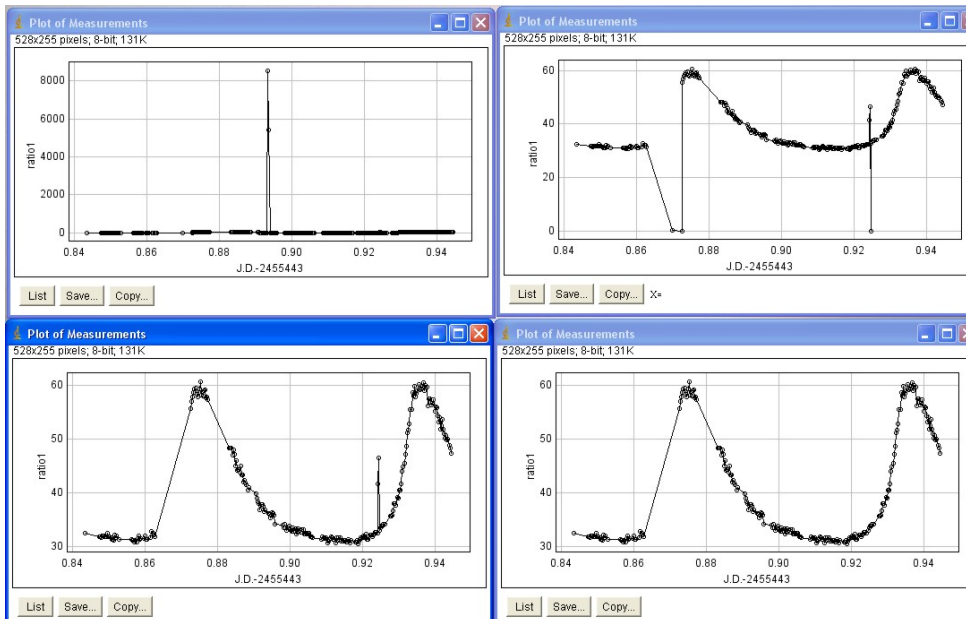
ist ohne Bedeutung. Die Messwerte sind nicht verloren gegangen, und der Fensterinhalt wird automatisch restauriert.

- Auch die Messwerte weiterer Teilserien können an dieselbe Tabelle angehängt werden.
- Nachdem alle Bilder ausgemessen worden sind: Die Messwerte speichern!
- **Erstellen eines Diagramms mit ImageJ**
 - **Plugins** → **Graphics** → **Plot Table Columns**
aus den Spalten JD-2400000 und ratio³. Die folgenden Bilder zeigen den Fortschritt, den man durch Löschen einzelner Messwerte erreichen kann:

¹ Wenn die Anzahl der Bilder zu groß ist, müssen die nachfolgenden Schritte mit mehreren Teilsequenzen durchgeführt werden.

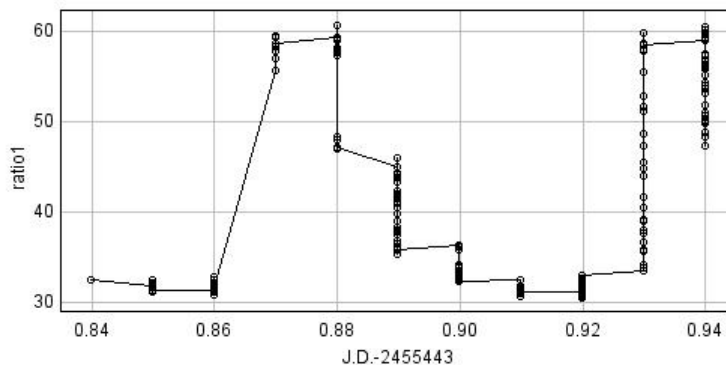
² Achtung: Das Häkchen in der letzten Zeile muss jedes Mal erneut gesetzt werden!

³ Die Einstellungen im entsprechenden Dialog werden von ImageJ weitgehend ignoriert. Insbesondere kann die die einzelnen Punkte verbindenden Linie nicht abgeschaltet werden.



Dabei muss nach jeder Korrektur ein neuer Plot gezeichnet werden.

Achtung: Das Erstellen der Diagramme mit ImageJ funktioniert nicht, wenn man abgespeicherte Messwerte via **File** → **Import** → **Results** wieder eingelesen hat. Da beim Einlesen die Werte auf zwei Stellen hinter dem Komma gerundet werden, entsteht folgendes Bild mit den Daten, auf denen auch das Bild unten links beruht:



- **Erstellen eines Diagrammes mit Excel**

Da die Messwerte aber mit voller Genauigkeit abgespeichert werden und wegen der sehr viel komfortableren Bedienung empfiehlt es sich, Diagramme mit einem Tabellenkalkulationsprogramm, z. B. Excel, zu erstellen, mit dem die abgespeicherten Daten eingelesen werden können.

Es folgen ein paar Tipps zur Erstellung mit Excel:

- Die eingelesene Tabelle sieht aus folgenden Gründen zunächst sehr unübersichtlich aus:

1. Die voreingestellte Spaltenbreite ist zu klein, um die Daten vollständig darstellen zu können.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		image	slice	x	y	source-sky	sky/pixel	J.D.-2400000	TEL-FOCU	width	ratio1	x_#2	y_#2	source-sky_#
2	1	Aligned_Proc	1	330.483.005	392.671.873	#####	103.375.000	#####	52.280.000	7.514.720	32.567.894	359.109.242	102.515.862	#####
3	2	Aligned_Proc	2	328.786.616	394.319.365	#####	122.637.653	#####	52.280.000	8.411.268	31.838.100	357.462.154	104.070.226	#####
4	3	Aligned_Proc	3	330.780.509	392.469.029	#####	132.953.871	#####	52.280.000	7.111.912	31.856.959	359.344.066	102.335.597	#####
5	4	Aligned_Proc	4	330.451.510	392.602.345	#####	155.246.154	#####	52.280.000	8.963.580	31.743.002	359.158.590	102.398.223	#####
6	5	Aligned_Proc	5	330.435.412	392.762.842	#####	124.468.432	#####	52.280.000	8.143.801	32.069.489	359.069.724	102.610.312	#####

Nach Beschränkung auf die allein interessierenden Spalten und

Anpassung der Spaltenbreite sieht die Tabelle viel freundlicher aus:

	A	B	C
1	image	J.D.-2400000	ratio1
2	Aligned_Processed0000.fits	55.443.843.600	32.567.894
3	Aligned_Processed0001.fits	55.443.847.504	31.838.100
4	Aligned_Processed0002.fits	55.443.847.786	31.856.959
5	Aligned_Processed0003.fits	55.443.848.068	31.743.002
6	Aligned_Processed0004.fits	55.443.848.352	32.069.489
7	Aligned_Processed0005.fits	55.443.848.644	32.007.337
8	Aligned_Processed0006.fits	55.443.848.928	31.851.955
9	Aligned_Processed0007.fits	55.443.849.210	31.814.492
10	Aligned_Processed0008.fits	55.443.849.493	31.788.259
11	Aligned_Processed0009.fits	55.443.849.773	32.477.692

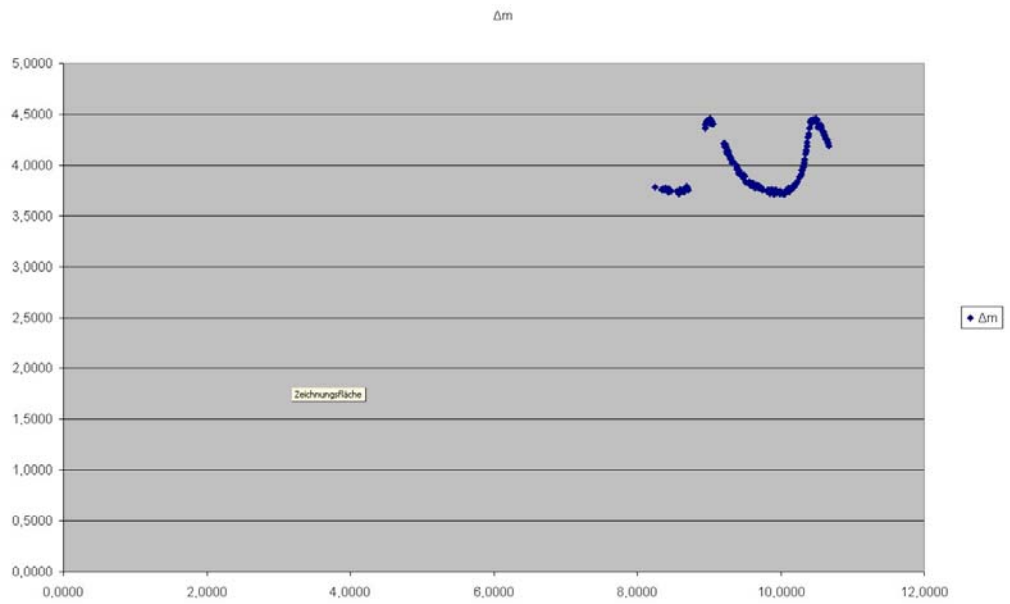
2. Die Werte sind ganzzahlig abgespeichert. Um trotzdem genügend Stellen zur Verfügung zu haben, sind sie mit 10^6 multipliziert.
 3. Die Zeitpunkt der Aufnahmen sind den Julianischen Daten nur schwer anzusehen.
- Um die Tabelle lesbar zu machen und sie für die Darstellung eines Diagramms vorzubereiten, ist es sinnvoll, zwei weitere Spalten einzufügen:

	A	B	C	D	E
1	image	J.D.-2400000	JD - JD(0.00 UT) in h,dez	ratio1	Δm
2	Aligned_Processed0000.fits	55.443.843.600	8,2464	32.567.894	3,7820
3	Aligned_Processed0001.fits	55.443.847.504	8,3401	31.838.100	3,7574
4	Aligned_Processed0002.fits	55.443.847.786	8,3469	31.856.959	3,7580
5	Aligned_Processed0003.fits	55.443.848.068	8,3536	31.743.002	3,7541
6	Aligned_Processed0004.fits	55.443.848.352	8,3604	32.069.489	3,7652
7	Aligned_Processed0005.fits	55.443.848.644	8,3675	32.007.337	3,7631
8	Aligned_Processed0006.fits	55.443.848.928	8,3743	31.851.955	3,7578
9	Aligned_Processed0007.fits	55.443.849.210	8,3810	31.814.492	3,7566
10	Aligned_Processed0008.fits	55.443.849.493	8,3878	31.788.259	3,7557
11	Aligned_Processed0009.fits	55.443.849.773	8,3946	32.477.692	3,7790
12	Aligned_Processed0010.fits	55.443.850.053	8,4013	31.866.052	3,7583
13	Aligned_Processed0011.fits	55.443.850.334	8,4080	31.913.269	3,7599
14	Aligned_Processed0012.fits	55.443.850.614	8,4147	31.736.097	3,7539
15	Aligned_Processed0013.fits	55.443.850.895	8,4215	31.336.043	3,7401
16	Aligned_Processed0014.fits	55.443.851.175	8,4282	31.291.437	3,7386
17	Aligned_Processed0015.fits	55.443.851.455	8,4349	31.238.083	3,7367

1. Spalte C enthält die Uhrzeit der Aufnahme in Stunden mit Dezimalen. Ihr liegt die folgende Formel zugrunde:

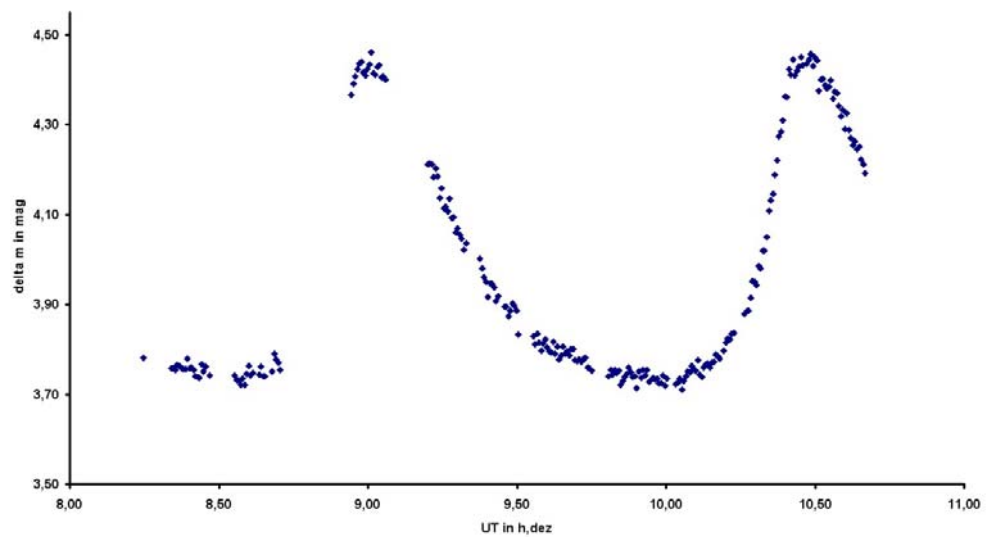
$$C2=(B2/10^6-ABRUNDEN(\$B\$2/10^6;0)-0,5)*24$$
 Dadurch wird der Nachkommateil von $JD/10^6$ mit 24 multipliziert, nachdem durch Subtraktion von 0,5 der Tagesbeginn auf 0.00 Uhr verschoben worden ist.
 2. Spalte E enthält die Helligkeitsdifferenz in Magnitudines, die mit der folgenden Formel berechnet wird:

$$E2=2,5*LOG10(D2/10^6)$$
- Erstellt man mit den Spalten C und E ein Diagramm, erhält man mit den bereits korrigierten Werten unmittelbar das folgende Bild



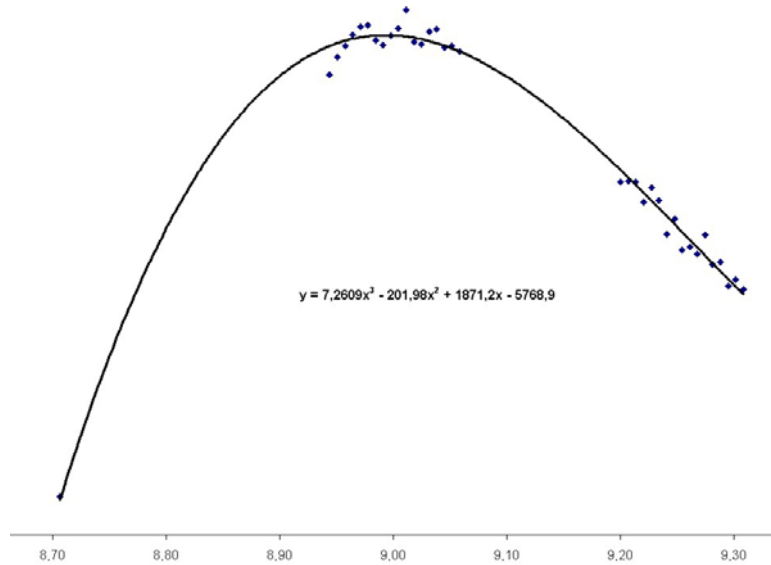
das nach geringfügiger Aufbereitung zu einem befriedigenden Ergebnis führt:

CY Aqr am 4. Sept. 2010



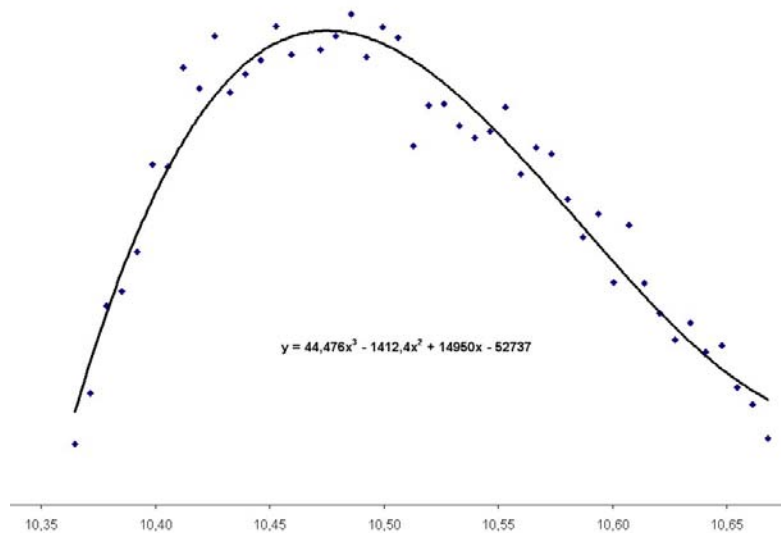
- Um die Periodendauer zu messen, müssen die Zeitpunkte der Extrema möglichst genau bestimmt werden. Dazu kann man z. B. an die Umgebungen der Maxima Polynome 3. Grades anpassen und deren Extrema bestimmen:

- 1. Maximum



Die 1. Ableitung des angezeigten Polynoms hat eine Nullstelle bei $t_0=8.9965\dots$. Das entspricht der Uhrzeit 8:59:48.

- 2. Maximum



Das Maximum des angezeigten Polynoms liegt bei $t_0=10.5016$. Das entspricht 10:30:06 Uhr.

Achtung: Die Lage des berechneten Maximums stimmt offensichtlich nicht mit der Ausgleichskurve überein. Tatsächlich zeigte ein Plot, dass Kurve und Gleichung nicht zusammenpassen! *Versteht jemand diesen Fehler?*

- Die Periodendauer ist die Differenz der beiden Maximumszeitpunkte dividiert durch die Anzahl der Perioden. Mit obigen Werten ergäbe sich mit $T=90\text{min}18\text{s}$ ein deutlich zu großer Wert.

Erste Messergebnisse und Auswertungen

Bisher ist CY Aqr an folgenden Tagen verfolgt worden:

4. September 2010	AIR Essen	2 Maxima	t_1 und t_2
7. September 2010	Backhaus/Möllmanns	2 Maxima	t_3 und t_4
11. September 2010	J. Möllmanns	1 Maximum	t_5

- Herr Weizel hat die Maxima vom 4. 9. genau bestimmt (s. gesondertes Dokument):
 $t_1=9:00:32$ $t_2=10:28:36$, $n=1$, $T=88\text{min}04\text{s}$
- Die Ergebnisse von J. Möllmanns lauten:
 $t_1=9:00:00$, $t_2=10:26:50$, $n=1$, $T=87\text{min}33.12\text{s}$
 $t_3=7:18:03$, $n=48$, $T=87\text{min}53.89\text{s}$
 $t_5=8:05:34$, $n=114$, $T=87\text{min}56.99\text{s}$
- Ich habe folgende Ergebnisse erhalten:
 $t_1=9:00:08$, $t_2=10:28:32$, $n=1$, $T=88\text{min}24\text{s}$
 $t_3=7:20:30$, $n=48$, $T=87\text{min}55.46\text{s}$
 $t_5=8:02:09$, $n=114$, $T=87\text{min}54.75\text{s}$
- Pfau gibt die Periodendauer mit $T_0=87\text{min}53.74\text{s}$ an.