

## Neue Elemente für EX Cephei

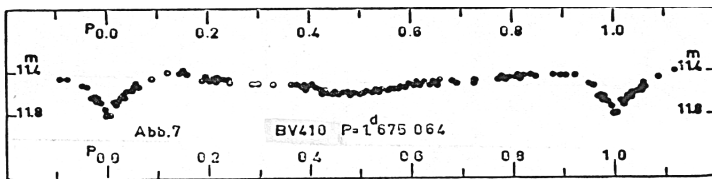
Hans Jungbluth

*Abstract: From summer 2003 to spring 2004 the eclipsing variable EX Cep was observed with a 20cm Schmidt-Cassegrain telescope equipped with a ST 7 - CCD-camera by SBIG. From this observations new elements for the star could be derived, which differ strongly from those given up to now in literature (1). Even the lightcurve is very different. The new elements were matched with the times of minima, given in literature (1). The new elements are:  $E_0=2452873.3410$  and  $P=13.43444(d)$ . The duration of eclipse is 16.5 h, the duration of totality 8.5 h.*

Der Stern EX Cep ist ein Stern des BAV-Programms 2000, es wird im Circular der BAV aber keine bekannt gewordene BAV-Beobachtung angegeben. So kam ich auf diesen Stern. Versuche, den Stern Anfang des Jahres 2002 nach der im BAV Circular angegebenen Ephemeride zu beobachten, schlugen völlig fehl. Herr Agerer stellte mir dann dankenswerterweise Kopien der wohl einzigen bisherigen Veröffentlichung zu diesem Stern zur Verfügung. Es sind dies die "Veröffentlichungen der Remeis-Sternwarte", Astronomisches Institut der Universität Bamberg, Band V, Nr. 16 von 1963 (1). W. Strohmeier, R. Knigge und H. Ott geben dort eine Liste Neuer Veränderlicher, die auf Bamberger Platten gefunden wurden und von denen BV 410 der Stern EX Cep ist. Es finden sich dort folgende Angaben:

Ort :  $\alpha = 1^h 52^m 0,0s$  ,  $\delta = 78^\circ 05,3'$  1900,0  
max. Helligkeit 11,4 mag. ; Amplitude 0,4 mag.  
Typ : Bedeckungsveränderlicher  
Min = JD 242 6649,400 + 1,675064(d) \* E .

Des weiteren werden 13 Minima nebst deren (B – R) gegen obige Elemente und eine Lichtkurve angegeben. Bild 1 stellt die Lichtkurve dar. Bei den aufgelisteten Minima dürfte es sich wohl um "Plattenschwächungen" handeln.



**Bild 1 : Lichtkurve nach (1)**

Meine Beobachtungen von EX Cep wurden mit einem Celestron C8 gemacht, welches mit einer CCD - Kamera ST 7 von SBIG bestückt war. Es wurden keine Filter verwendet. Das Fernrohr wird bei mir zuhause als mobiles Teleskop jede klare Nacht auf dem Balkon aufgebaut. Der Horizont ist dann zwar sehr ungünstig und das Streulicht von Karlsruhe gewaltig. Der große Vorteil ist aber die rasche Verfügbarkeit des Instruments direkt an der Wohnung. Man kann auch plötzliches Aufklaren am Abend ausnutzen.

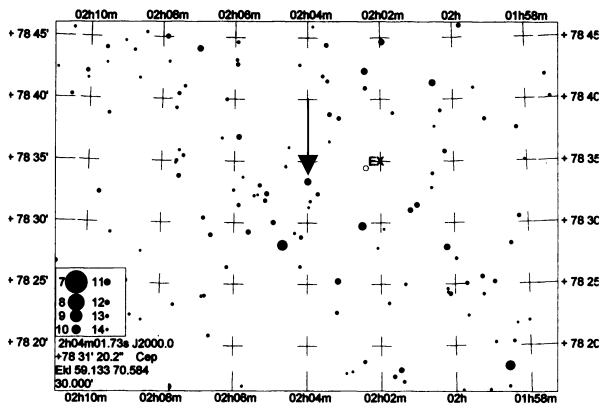


Bild 2 : Umgebungskarte von EX Cep

Nebenstehendes Bild 2 zeigt die Umgebungskarte des Sterns, erstellt mit "GUIDE 8". Beim Beobachten zeigt sich sofort, dass der als kleiner Kreis eingezeichnete Ort von EX Cep nach (1) falsch ist, dort steht kein Stern von ca. 11,5 mag Helligkeit. Der richtige Stern ist in Bild 2 mit einem Pfeil markiert. Eine kleine Umgebungsskizze in (1), legt dieses auch nahe.

Da, wie schon oben erwähnt, eine Beobachtung nach Ephemeride zu keinem Ergebnis führte, wurde der Stern ab 31. Juli 2003 in jeder klaren Nacht beobachtet. In den ersten 12 Nächten zeigte der Stern keinerlei Helligkeitsänderung, man bekam horizontale Lichtkurven, wie sie in Bild 3 an zwei Beispielen gezeigt sind. Das sehr gute Wetter des Sommers 2003 kam einem jedoch sehr entgegen. Denn schon in der

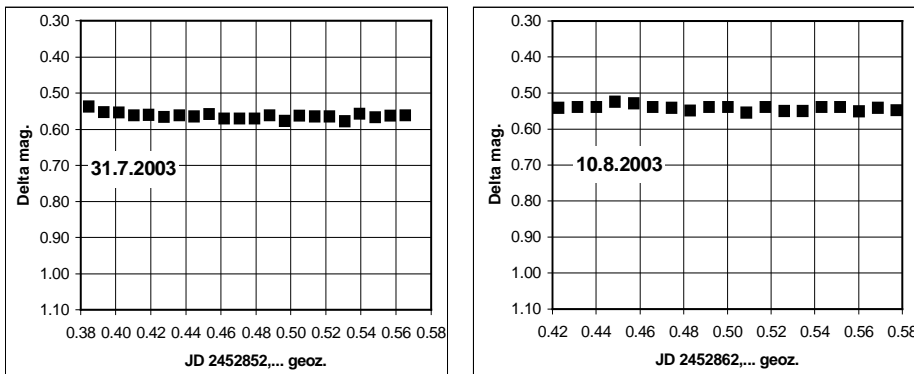
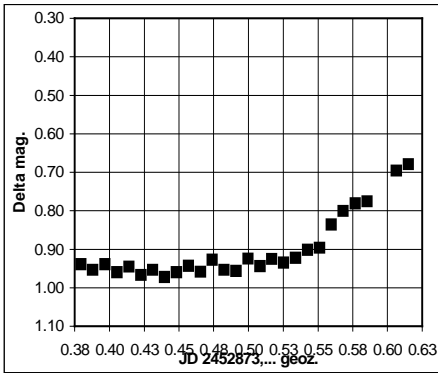


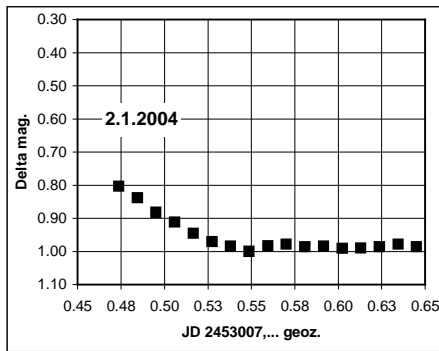
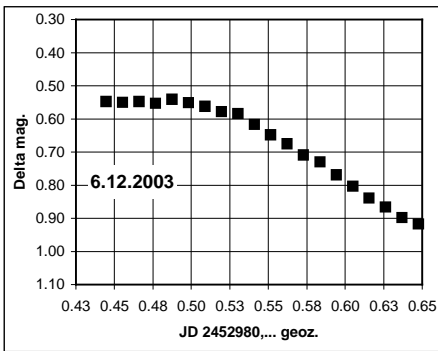
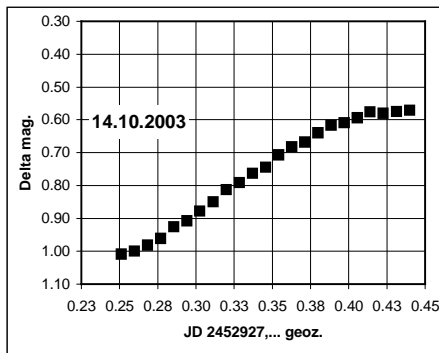
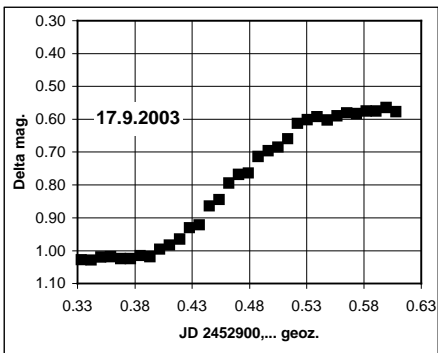
Bild 3 : EX Cep im Normallicht

13. Beobachtungsnacht, am 21. August, zeigte der Stern erstmals Lichtwechsel ! Es hatte sich also gelohnt, durchzuhalten. Bild 4 zeigt die Lichtkurve dieser Nacht. Man kann an ihr schon ablesen, dass der Stern offensichtlich ein d haben muss und dass der Stern gerade beim Übergang vom d zum Anstieg erwischt wurde. Dies war nun sehr ermutigend, und so wurden auch die nächsten klaren Nächte EX Cep gewidmet.



**Bild 4: EX Cep am 21.8.2004**

Dennoch dauerte es jetzt erst wieder weitere 7 Nächte, in denen EX Cep nur im Normallicht gesehen wurde! Am 17. September endlich eine weitere Nacht mit Lichtwechsel (siehe Bild 5). Auch hier ein Übergang vom d zum Anstieg in Richtung Normallicht. Damit war aber endlich die Möglichkeit gegeben, eine Periode anzugeben. Man konnte jetzt Vorhersagen machen und musste nicht mehr jede Nacht auf gut Glück beobachten, um einen Lichtwechsel zu erwischen. Ehe auf die Periodenbestimmung eingegangen wird, sind in Bild 5 die weiteren Nächte mit erfolgreichen Beobachtungen dargestellt. Beginnend mit dem 6. Dezember 2003 sind auch Abstiege mit dabei.



**Bild 4 : Lichtkurventeile von EX Cep**

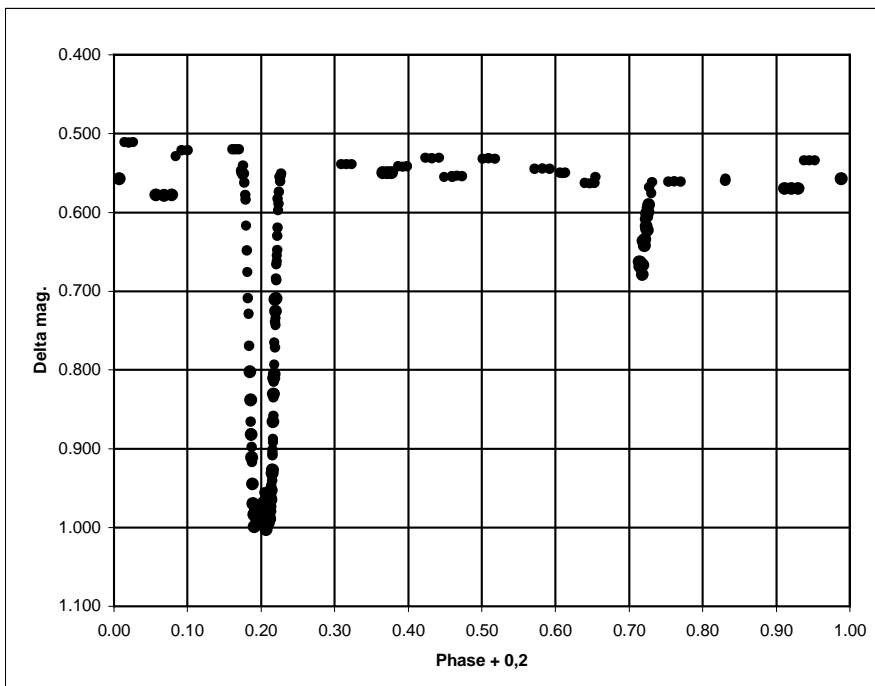
Nun zur Frage der möglichen Periode. Nimmt man aus den Beobachtungen vom 21.8.2003 und vom 17.9.2003 das Julianische Datum des Knickpunktes der Lichtkurve heraus, wo das  $d$  in den Anstieg übergeht, so ergeben sich folgende mögliche Perioden:

$$P = (52900,38 - 52873,53) / N$$

wobei  $N$  eine ganze Zahl ist mit  $N = 1,2,3,4,5,6, \dots$

Hieraus ergeben sich folgende mögliche Perioden:  
 $P = 26,850 ; 13,425 ; 8,950 ; 6,713 ; 5,370 ; 4,475 ; \dots$

Welche Periode nun definitiv die richtige ist, kann man nur entscheiden, indem man aus allen vorhandenen Beobachtungen mit obigen möglichen Perioden die Normallichtkurven berechnen lässt. Dann entscheidet man, welche "am schönsten" aussieht, oder besser gesagt, bei welcher sich keine Widersprüche ergeben. Ein solcher Widerspruch könnte z.B. sein, dass sich im Zeitbereich des Minimums der Normal-



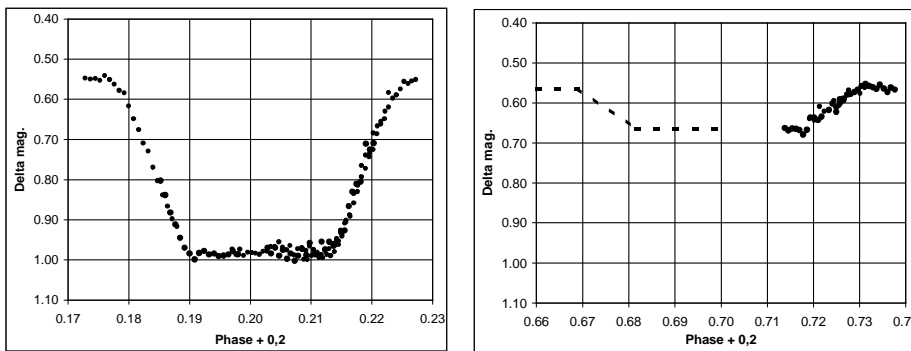
**Bild 5 : Normallichtkurve von EX Cep bei  $P = 13,435$**

lichtkurve auf einmal Punkte des Normallicht finden, was ja nicht sein kann. Macht man dies mit den oben angegebenen Perioden, so findet man sofort, dass nur der Wert  $P = 13.425$  sinnvoll ist; bei allen anderen ergeben sich Widersprüche. In Bild 5 ist diese Normallichtkurve angebildet. Sie wurde berechnet aus allen bis heute ge-

wonnenen Beobachtungen. Man findet bei Phase = 0 das Hauptminimum, aber auch bei Phase = 0,5 den Anstieg aus dem Nebenminimum. Beobachtungen des Abstiegs in das Nebenminimum liegen noch nicht vor. Bei obiger Normallichtkurve wurde die Periode schon "verbessert" auf 13,435 statt 13,425. Dies war möglich durch genaues Beurteilen der Lage der Messpunkte verschiedener Nächte auf den beiden Flanken des Hauptminimums. Bild 6 zeigt das Hauptminimum und den bis jetzt beobachteten Teil des Nebenminimums in Einzeldarstellung. Die gestrichelte Linie links im Diagramm des Nebenminimums soll den erwarteten Abstieg ins Nebenminimum darstellen; dieser wäre aber noch zu beobachten.

An dieser Stelle kann man als Ergebnis der bisherigen Beobachtungen und Auswertungen folgendes sagen:

Der Stern hat eine Periode von 13,435 Tagen,  
er hat ein D von ca. 16,5 Stunden,  
das d beträgt ca. 8,5 Stunden.  
Die Epoche eines Normalminimums kann man angeben zu  $E_0 = 2452873,3424$ .



**Bild 6 : Haupt- und Nebenminimum von EX Cep**

Abschließend wäre jetzt noch zu klären, ob man mit den in (1) angegebenen Minima, die von 1931 bis 1962 stammen, in Übereinstimmung mit den hier neu abgeleiteten Elementen ist oder ob eine Verbesserung der Epoche und der Periode mit diesen Minima möglich ist.

Ausgangspunkt sind die hier gefundenen Elemente :

$$(1) \text{ Min} = 2452873,3424 + 13,435(d) * E$$

Untenstehende Tabelle gibt links das Jul. Datum der einzelnen Minima aus (1). Das letzte Minimum ist das  $E_0$  aus (1). Die Spalte (B-R) gibt die Abweichungen gegen (1) in Stunden.

Man sieht, dass die (B – R) doch recht groß sind. Eine Epochen- und Periodenverbesserung erscheint sinnvoll.

Minimum nach (1)	(B - R) I (h)	(B - R) II (h)	(B - R) III (h)
2426649,353	27,13	5,10	0,90
2426649,460	29,70	7,67	3,47
2428046,378	21,97	1,46	-2,86
2428046,404	22,60	2,09	-2,24
2436453,545	-53,46	-64,81	---
2436604,255	16,74	5,55	0,48
2437316,244	15,16	4,74	-0,39
2437316,292	16,31	5,89	0,76
2437907,508	18,13	8,36	3,18
2437907,556	19,29	9,51	4,33
2438001,262	11,15	1,48	-3,71
2438001,310	12,30	2,63	-2,56
2438001,359	13,48	3,81	-1,39
2452873,3424	0,00	6,52	0,03

Eine lineare Approximation der (B – R) unter Verwendung aller Minima führt zu folgenden neuen Elementen :

$$(II) \text{ Min} = 2452873,07077 + 13,4344(d) * E$$

$$\pm 0,609 \quad \pm 0,0004$$

Die Änderung in der Periode ist bemerkenswert gering. Nur die Epoche ändert sich um 6,5 Stunden, was etwas viel ist. In der Tabelle gibt (B - R) II die Abweichungen gegen (II) an, wieder in Stunden.

Die (B – R) sind zwar erheblich kleiner. Aber man sieht auch, dass ein Wert in beiden Fällen stark aus dem Rahmen fällt: der Wert bei JD 2436453,545. Möglicherweise ist er fehlerhaft.

Führt man eine neue Approximation aus ohne diesen Wert, so erhält man :

$$(III) \text{ Min} = 2452873,3410 + 13,43444(d) * E$$

$$\pm 0,083 \quad \pm 0,00006$$

Jetzt sind die (B – R) so klein, dass sie jederzeit zu einem Stern mit einem d von 8,5 Stunden passen. Auch liegen die (B – R) jetzt um den Nullpunkt herum, wie man es erwartet. Die Fehler in den Elementen werden recht klein.

Weitere Beobachtungen des Sterns sind auf jeden Fall nützlich und werden von mir auch durchgeführt. Immerhin dürften die hier abgeleiteten Elemente für die nächste Zukunft brauchbar sein.

Literatur : Strohmeier, Knigge, Ott, Veröffentlichungen der Remeissternwarte  
Band V, Nr. 16, 1963