

# Verbesserte Elemente der RR-Lyrae-Sterne IQ Bootis, V651 Aurigae und BQ Lyrae

Revised elements of RR Lyrae stars IQ Bootis, V651 Aurigae und BQ Lyrae .

Gisela Maintz

**Abstract:** CCD observations of neglected RR Lyrae stars were taken at my private observatory. IQ Boo is a RRAb star with a hump in the rising branch. BQ Lyr shows a weak Blazhko effect. The elements of these stars were revised.

Star	Max JD	period [d]	+ - [d]
IQ Boo	2457213.4681	0.535234	0.000001
V651 Aur	2457040.4056	0.617715	0.000003
BQ Lyr	2455703.4120	0.4350488	0.0000002

## IQ Bootes

IQ Boo (GSC 02013-00543) wurde zuerst in Rotse-Daten (Northern Sky Variability Survey) entdeckt und ein Maximum findet sich auch im Katalog von Wils, Lloyd und Bernhard (2006). Ein weiteres wurden von Drake et al.(2013) veröffentlicht.

Ich habe in drei Nächten drei weitere Maxima aus 337 Daten gewonnen. Zwei Maxima sind in den BAV Mitteilungen 238 veröffentlicht, das dritte ist zur Veröffentlichung eingereicht (s. Tabelle 1).

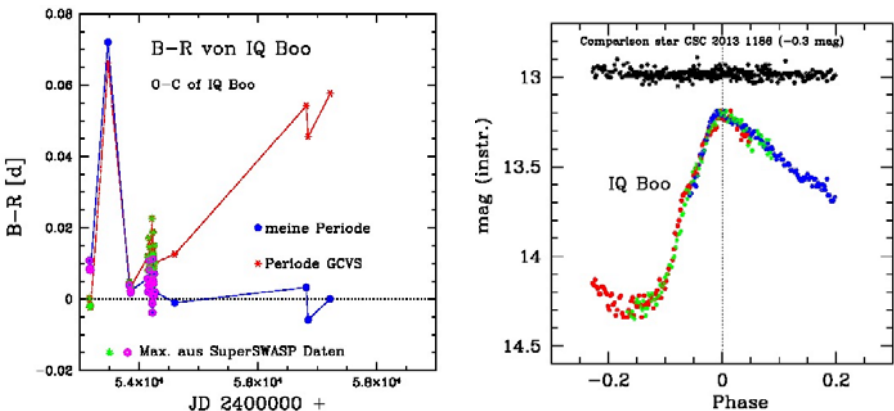


Abb. 1: Links: (B-R) von IQ Boo mit der Periode des GCVS und den neu bestimmten Elementen. Die Maxima aus der SuperWASP-Datenbank sind besonders gekennzeichnet. Rechts: Die Lichtkurven von IQ Boo aus meinen Beobachtungen.

Die Beobachtungen an IQ Boo sind in Abb. 1 rechts zu sehen. IQ Boo hat eine regelmäßige Lichtkurve ohne Blazhko-Effekt. Allerdings zeigt die Lichtkurve im Aufstieg eine schwache Welle. Diese entsteht durch Schockwellen kurz vor der Phase des kleinsten Radius. Im Sterninneren beginnt zu der Zeit bereits wieder die

Ausdehnung, während die äußeren Schichten noch weiter zusammenfallen. Dabei stoßen die beiden Schichten zusammen und es entstehen die Schockwellen, die den Stern etwas aufheizen, was wiederum die größere Leuchtkraft bewirkt.

Da meine Maxima zunehmende (B-R)-Werte aufwiesen, wurden aus den bekannten Maxima folgende verbesserte Elemente bestimmt:

IQ Boo, Typ = RRab, Max = 2457213.4681 + 0.535234 \* E + -0.000001 d.

Abbildung 1 links zeigt die (B-R)-Werte mit der neuen Periode und der des GCVS. Bei dem Maximum mit dem großen (B-R)-Wert von über 0.07 d handelt es sich um das von Drake (2013). Neben meinen Beobachtungen habe ich auch die Datenbanken aus dem Internet ausgewertet. Allerdings konnten nur aus der SuperWASP-Datenbank individuelle Maxima bestimmt werden, da nur dort ausreichend Beobachtungen aus der gleichen Nacht vorlagen. Es konnten so weitere 29 Maxima bestimmt werden. Diese Maxima sind in Abb. 1 links besonders gekennzeichnet und in Tabelle 2 aufgeführt.

Die nach Phasen mit meinen Elementen berechneten Lichtkurven aus den Internet-Daten zeigt Abb.2. Dabei wurden meine Elemente verwendet. Bei SWASP finden sich die meisten Daten mit 13.891 Beobachtungen, CRTS hat 272, NSVS 161 und Linear 212 Beobachtungen.

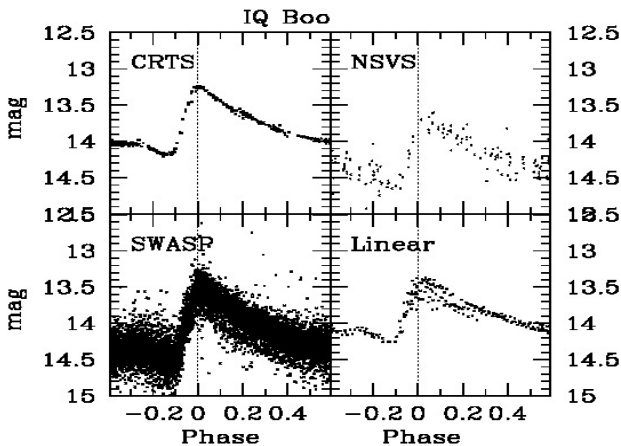


Abb. 2: Vier Lichtkurven von IQ Boo aus den Datenbanken des Internets. Die Phasen wurden mit meinen Elementen berechnet.

### V651 Aurigae

V651 Aur = GSC 02956-01145 wurde von Wils et al.(2006 ) als RR-Lyrae-Stern des Typs RRab erkannt und seine Periode bestimmt. Ein zweites Maximum wurde von Herrn Agerer (IBVS 6084) beobachtet. Weitere Maxima waren bislang nicht veröffentlicht. Deswegen setzte ich V651 Aur auf meine Liste der Sterne, die zu beobachten sich lohnt. Herr Pagel durchsuchte das Internet und bestimmte fünf

Maxima aus den Daten der SuperSWASP-Datenbank (s. Tabelle 1). Weitere drei Maxima wurden von mir beobachtet.

Aus diesen Daten habe ich verbesserte Elemente bestimmt, welche die Maxima von V651 Aur besser wiedergeben:

$$\text{V651 Aur: Max} = 2457040.4056 + 0.617715 * E \pm 0.000003 \text{ d.}$$

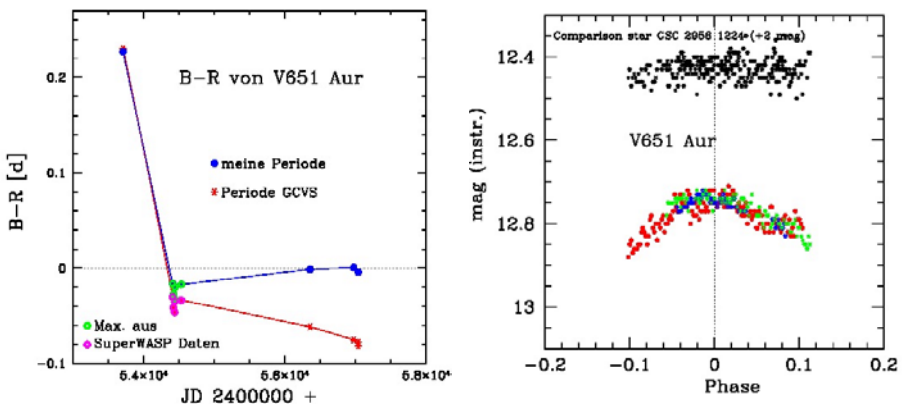


Abb. 3: Links: (B-R) von V651 Aur mit der Periode des GCVS und den neu bestimmten Elementen. Die Maxima aus der SuperWASP-Datenbank sind besonders gekennzeichnet. Rechts: Die Lichtkurven von V651 Aur aus meinen Beobachtungen.

Abbildung 3 links zeigt die (B-R)-Werte mit der Periode des GCVS und den von mir verbesserten Elementen. Dabei fällt auf, dass die Maxima aus der SWASP-Datenbank stärker negative (B-R)-Werte haben als meine Beobachtungen und zwar sowohl mit meiner als auch mit der Periode des GCVS. Bei einer weiteren Recherche im Internet fanden sich noch Daten zu V651 Aur bei NSVS und CRTS. Zwar konnten daraus keine einzelnen Maxima bestimmt werden, da nie ausreichend Daten aus einer Beobachtungsnacht vorhanden sind, aber es wurden mit meinen Elementen Gesamtlichtkurven erstellt.

Abbildung 4 zeigt diese drei Lichtkurven. Die größere Streuung und die unterschiedlichen Magnituden dürfen bei diesen automatisch erstellten Werten der Datenbanken nicht weiter wundern. Bemerkenswerter sind die Unterschiede in der Amplitude des Sterns (NSVS = 0.41 mag; CRTS = 0.55 mag und SuperSWASP = 0.52 mag).

Außerdem liegen die Maxima bei unterschiedlichen Phasen. Da alle drei Kurven mit den selben Elementen erstellt wurden, müssten alle drei Maxima bei Phase 0 liegen. Aber wie in Abb. 4 zu sehen ist, liegt nur das Maximum von CRTS bei Phase 0, das von NSVS und SuperSWASP bei -0.06 entsprechend den negativen (B-R)-Werten aus Abb. 3 links. Warum dies so ist, weiß ich nicht, zumal bei IQ Boo die Maxima aus den Internetdaten alle bei Phase 0 liegen (s. Abb.2). Über dieses Phänomen muss noch weiter nachgedacht werden.

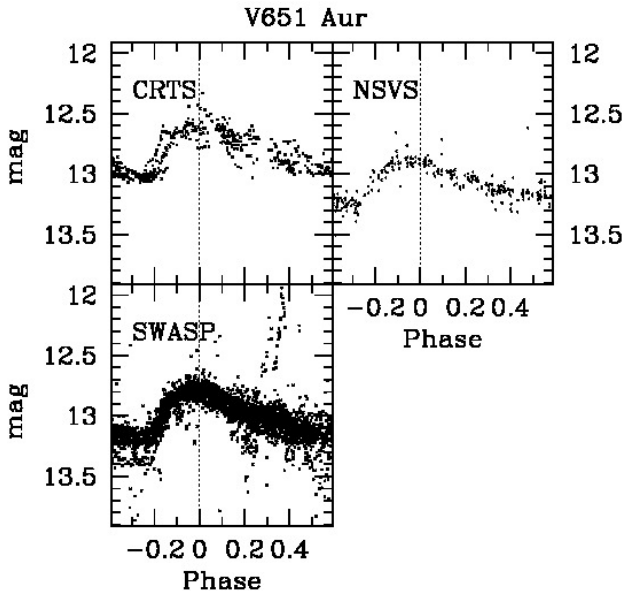


Abb. 4: Die Lichtkurven von V651 Aur aus den Datenbanken CRTS (oben links), NSVS (oben rechts) und SuperSWASP (unten). Alle 3 Lichtkurven wurden mit meinen Elementen errechnet. Weiteres siehe Textabschnitt oben.

### BQ Lyrae

BQ Lyr = GSC 02131-01808 war ein stark vernachlässigter RRab-Stern. Gefunden wurde er bereits 1929 von Hoffmeister; seine Elemente wurden von Ahnert (1941) bestimmt. Bis 2012 waren nur die Maxima von Ahnert bekannt.

Deswegen kam BQ Lyr schon 2012 auf meine Beobachtungs-Liste. Daraufhin wurden zwei Maxima (Hübscher et al., 2012) veröffentlicht. In der Zeit danach habe ich den Stern weiter beobachtet und in fünf Nächten drei Maxima gewonnen (s. Tabelle 1). Da die Maximazeiten zunehmend positive (B-R)-Werte aufwiesen, wurden folgende verbesserte Elemente bestimmt:

$$\text{BQ Lyr: Max} = 2455703.4120 + 0.4350488 * E \pm 0.0000002 \text{ d.}$$

Abbildung 5 zeigt links die (B-R)-Werte von BQ Lyr mit den verbesserten Elementen und denen des GCVS. Rechts sind die Lichtkurven aus meinen Beobachtungen. Diese zeigen, dass BQ Lyr einen leichten Blazhko-Effekt hat, der sowohl die Länge der Periode als auch die Höhen der Maxima von Periode zu Periode ändert. Leider reichen meine Beobachtungen noch nicht aus, um eine Blazhko-Periode zu bestimmen, aber ich werde BQ Lyr weiter beobachten und würde mich freuen, wenn sich dabei Mitbeobachter fänden.

Für BQ Lyr finden sich im Internet nur Daten bei ASAS und NSVS. Aber diese haben eine große Streuung und sind nur wenig aussagekräftig. Die Streuung der Daten kann daher rühren, dass BQ Lyr einen sehr nahen (optischen) Begleiter hat, der die Auswertung erschwert.

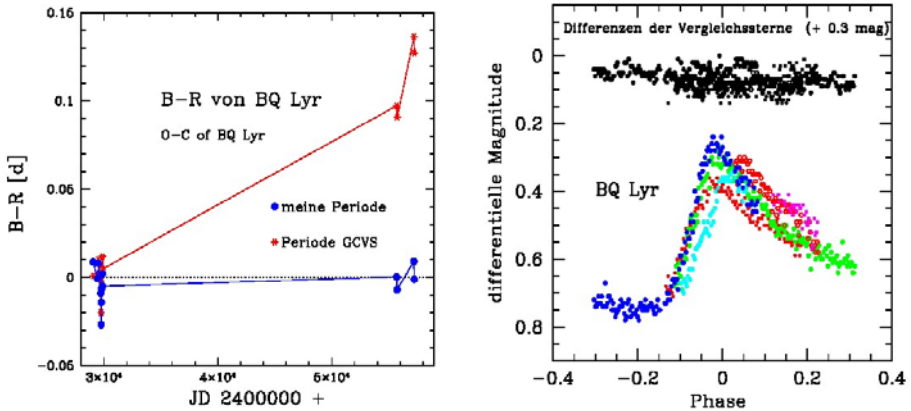


Abb. 5: Links: (B-R) von BQ Lyr mit der Periode des GCVS und den neu bestimmten Elementen. Rechts: Die Lichtkurven meiner Beobachtungen von BQ Lyr.

### Danksagung / Acknowledgement

This paper makes use of data from the DR1 of the WASP data (Butters et al. 2010) as provided by the WASP consortium, and the computing and storage facilities at the CERIT Scientific Cloud, reg. no. CZ.1.05/3.2.00/08.0144 which is operated by Masaryk University, Czech Republic.

### Literatur:

ASAS (All Sky Automated Survey) <http://www.astro.uw.edu.pl/asas/>  
 The Catalina Surveys <http://nessi.cacr.caltech.edu/DataRelease/>  
 SuperWASP Wide Angle Search for Planets <http://wasp.cerit-sc.cz/search/>  
 Linear <https://astroweb.lanl.gov/lineardb>  
 Northern Sky Variability Survey <http://skydot.lanl.gov/nsvs/nsvs.php>  
 Wils P., Lloyd C. & Bernhard K. 2006, Mon. Not. R. Astron. Soc., 368 1757  
 Drake A.J., et. al., 2012, arXiv :1211 .2866  
 Hübscher J.; Lehmann P. B., IBVS 6149, 2015  
 Ahnert P., KVBB N24 1941  
 Hoffmeister C., Sonn Mitt N16, 1929  
 Hübscher et. al., IBVS Number 6010; BAV Mitteilungen No. 220, 2012

Tabelle 1: Neue Maxima der RRab-Sterne IQ Boo, V651 Aur und BQ Lyr. Die Angaben für (B-R) beziehen sich auf die jeweils neu bestimmten Perioden und Erstepochen.

<b>Stern</b>	<b>Maximum JD</b>	<b>Unsicherheit [d]</b>	<b>(B-R) [d]</b>	<b>n</b>	<b>Beob./Quelle</b>
IQ Boo, b	2457213.4681	0.0013	0.000	108	G. Maintz
V651 Aur, a	2454407.681	0.024	-0.0163	119	SuperSWASP
V651 Aur, a	2454420.647	0.066	-0.0273	176	SuperSWASP
V651 Aur, a	2454436.705	0.0557	-0.0319	119	SuperSWASP
V651 Aur, a	2454438.571	0.0041	-0.0200	146	SuperSWASP
V651 Aur, a	2454532.4685	0.0232	-0.0171	132	SuperSWASP
V651 Aur, b	2456972.4577	0.005	0.0008	119	G. Maintz
V651 Aur, b	2457037.3129	0.002	-0.0041	62	G. Maintz
V651 Aur, b	2457040.4056	0.0016	0.000	88	G. Maintz
BQ Lyr, b	2457210.4301	0.0014	0.0091	59	G. Maintz
BQ Lyr, b	2457247.3991	0.0014	-0.0011	152	G. Maintz
BQ Lyr, b	2457257.3995	0.0011	-0.0068	117	G. Maintz

a) Die Maxima aus den SupperSWASP-Daten wurden von Herrn Pagel bestimmt.

b) Maxima zur Veröffentlichung eingereicht.

Tabelle 2: Maxima von IQ Boo aus der Datenbank SWASP. Die Angaben für (B-R) beziehen sich auf die neu bestimmten Elemente:  $2457213.4681 + 0.535234 * E$

<b>Name</b>	<b>Max HJD</b>	<b>+-</b>	<b>B-R</b>	<b>Epoche</b>	<b>n</b>
IQ Boo	2453158.5461	0.0040	0.0108	-7576	38
IQ Boo	2453165.5015	0.0030	0.0081	-7563	39
IQ Boo	2453172.4601	0.0030	0.0087	-7549	41
IQ Boo	2453173.5303	0.0100	0.0084	-7548	42
IQ Boo	2453180.4880	0.0030	0.0081	-7535	20
IQ Boo	2453833.4694	0.0030	0.0040	-6314	136
IQ Boo	2453855.4117	0.0040	0.0017	-6273	117
IQ Boo	2453856.4828	0.0050	0.0024	-6272	128
IQ Boo	2454140.6955	0.0030	0.0058	-5741	103
IQ Boo	2454147.6497	0.0030	0.0019	-5728	91
IQ Boo	2454154.6112	0.0030	0.0054	-5715	122
IQ Boo	2454155.6802	0.0020	0.0039	-5713	126
IQ Boo	2454162.6451	0.0050	0.0108	-5700	233
IQ Boo	2454169.6005	0.0040	0.0082	-5687	60
IQ Boo	2454170.6656	0.0040	0.0028	-5685	112
IQ Boo	2454191.5411	0.0040	0.0042	-5646	191
IQ Boo:	2454213.4970	0.0020	0.0155	-5605	142
IQ Boo	2454214.5572	0.0080	0.0052	-5603	176
IQ Boo	2454215.6215	0.0040	-0.0010	-5601	150
IQ Boo	2454221.5087	0.0020	-0.0013	-5590	109
IQ Boo:	2454222.5767	0.0050	-0.0038	-5588	90
IQ Boo	2454227.4029	0.0030	0.0053	-5578	177
IQ Boo	2454228.4690	0.0050	0.0009	-5576	132
IQ Boo	2454230.6203	0.0030	0.0113	-5573	147
IQ Boo	2454235.4304	0.0020	0.0043	-5563	125
IQ Boo	2454236.5016	0.0020	0.0050	-5562	134
IQ Boo	2454250.4135	0.0050	0.0008	-5535	94
IQ Boo	2454251.4902	0.0020	0.007	-5534	91
IQ Boo	2454266.4717	0.0020	0.0020	-5506	47