

AH Vir: Periodenänderungen von 1926-2006

Hans-Mereyntje Steinbach

Abstract: Times of primary and secondary minima spanning from 1926 until 2006 of the EW-type eclipsing binary AH Vir have been analysed. Two intervals of period increase at constant rates (mass-transfer ?) are interrupted between 1969 and 1979 by a phase with a constant period. A set of new lightchange-elements is given.

AH Vir RA_{J2000} :12h14m21s DC_{J2000} :+11°49'09" Hell.: 8.9-9.5 V Typ:EW/KW Spek. K0V+K0V

Auf diesen recht hellen W-UMa-Stern Stern wurde ich durch die monatlichen Beobachtungshinweise von Frank Walter aufmerksam, in denen im Frühjahr zu AH Vir folgendes zu lesen stand: „häufig beobachtet; starker Abfall der (B-R)-Kurve in den letzten Jahren, deshalb 1-2 Ergebnisse pro Jahr erwünscht.“.

Datenmaterial. In der Online-Version der Lichtenknecker-Datenbank (LkDB) sind insgesamt 411 Beobachtungsergebnisse aus dem Zeitraum März 1926 Mai 2006 enthalten, davon 114 mit CCD und 297 visuell erzielte. Leider geht aus der aktuellen Hinterlegung der „downloadbaren“ Daten keine Zuordnung zu Haupt- oder Nebenminima (HM/NM) hervor, noch welche visuell oder photoelektrisch erzielt wurden. Die dort im B-R-Diagramm dargestellten Zuordnungen zu HM und NM erfolgen ausschließlich aufgrund ihrer Phasenlage ggü. den verwandten linearen Lichtwechsell-elementen von Kreiner (2004). Abbildung 1 gibt die Daten insgesamt ohne Trennung in HM und NM wieder. Man erkennt sehr schön drei geschwungene Bögen mit ausgeprägtem Trend zu negativen B-R-Werten hin, flankiert von zwei kleinen Datengruppen.

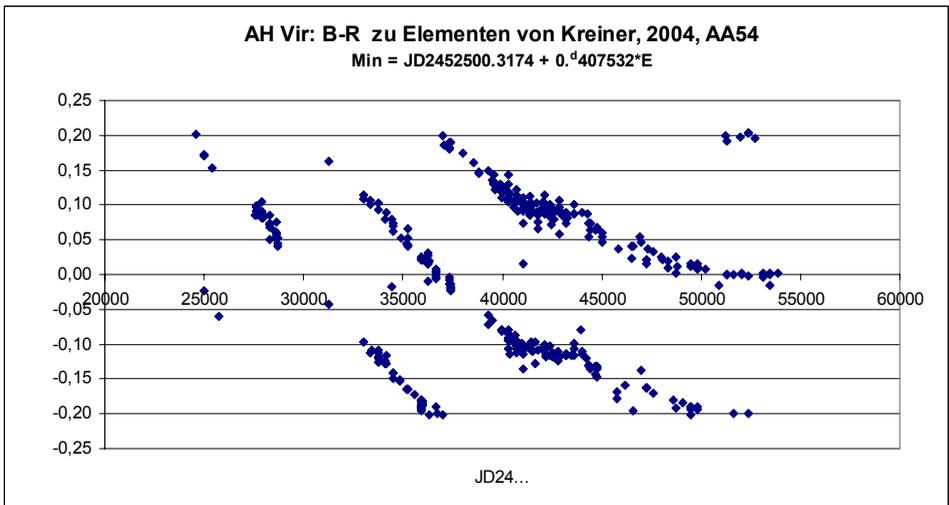


Abbildung 1 : B-R-Diagramm aller 411 Beobachtungen von 1926-2006 ohne Unterscheidung HM/NM (Quelle: Lichtenknecker-Datenbank)

Der erste und der dritte Ast gehören zusammen und repräsentieren die B-R-Werte der Hauptminima, wohingegen die flankierenden Datengruppen mit dem mittleren Ast die B-R-Werte der Nebenminima darstellen. Die vertikalen „Sprungweiten“ entsprechen ca. einer Periodenlänge, der Versatz von Haupt- zu Nebenminimumdaten circa einer halben. Die „Sprünge“ sind Folge der Zuordnung ganzzahliger Epochenwerte zu den Beobachtungen unter Verwendung linearer Lichtwechselelemente, der Versatz von HM-/ NM-Ästen durch Verwendung der Nullepoche des Hauptminimums.

Analyse. Durch Korrektur der Epochenwerte erhält man dann das in Abb. 2 wieder-gegebene harmonischere Bild, das auf den ersten Blick zwei schön geschwungene Parabeläste zeigt, die um ca. einen halben Periodenwert voneinander getrennt sind. Augenscheinlich ist die Periode nicht konstant, sondern eindeutig veränderlich.

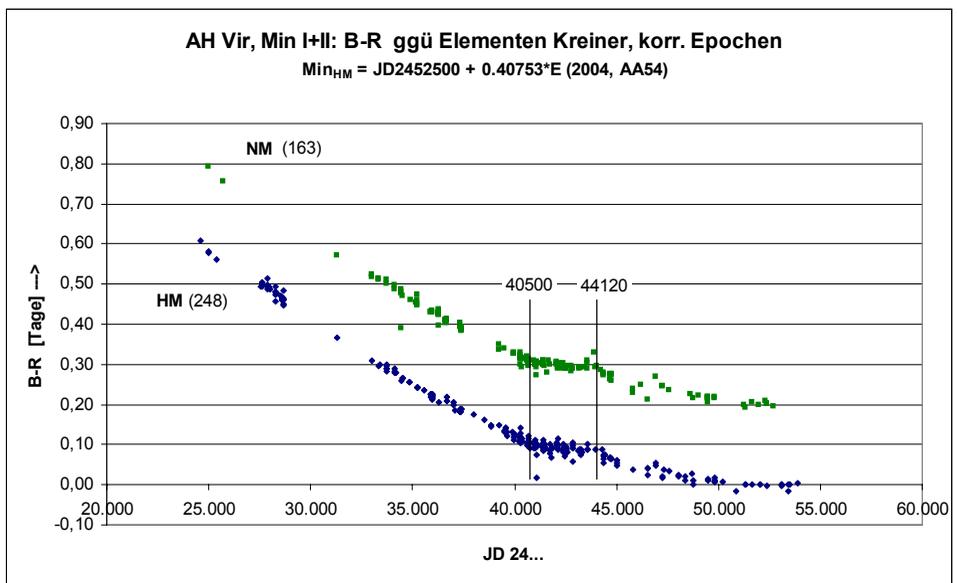


Abbildung 2 : B-R-Diagramm mit korrigierten Epochen und Trennung HM, NM

Bei genauerer Betrachtung erkennt man jedoch, daß sich die Beobachtungen in 3 Abschnitte mit jeweils unterschiedlichem Periodenverhalten aufteilen lassen (Tab. 1):

Abschnitt	Intervall JD24..	Bürgerliches Datum	Art
I	<=24580 - 40500	<= März 1926 – Okt. 1969	parabolisch
II	40500 - 44120	Okt. 1969 – Sept. 1979	linear
III	44120 - 53900	ab Sept. 1979	parabolisch

Tabelle 1: Abschnitte mit unterschiedlichem Periodenverhalten

Bis ungefähr Oktober 1969 und ab September 1979 lassen sich die Beobachtungen durch quadratische Lichtwechselelemente beschreiben, in dem Bereich dazwischen

durch lineare. Die Daten der Abschnittsgrenzen lassen sich nur grob bestimmen. Meine Abschätzung fußt auf einer Voruntersuchung, in der ich überprüfte, in wieweit sich die Zeiten der HM und NM über den gesamten Beobachtungszeitraum gemeinsam ausgleichen lassen. Das Ergebnis war sehr zufriedenstellend; die für HM und NM separat erhaltenen Lichtwechselelemente stimmten innerhalb der Fehler-toleranzen miteinander überein und rechtfertigten eine gekoppelte Ausglei-chung von HM und NM zwecks Stabilisierung des Ergebnisses. In dem daraus resultierenden B-R-Diagramm (Abb. 3) zeigte sich der lineare Abschnitt besonders deutlich und seine Bereichsgrenzen ließen sich entsprechend abschätzen .

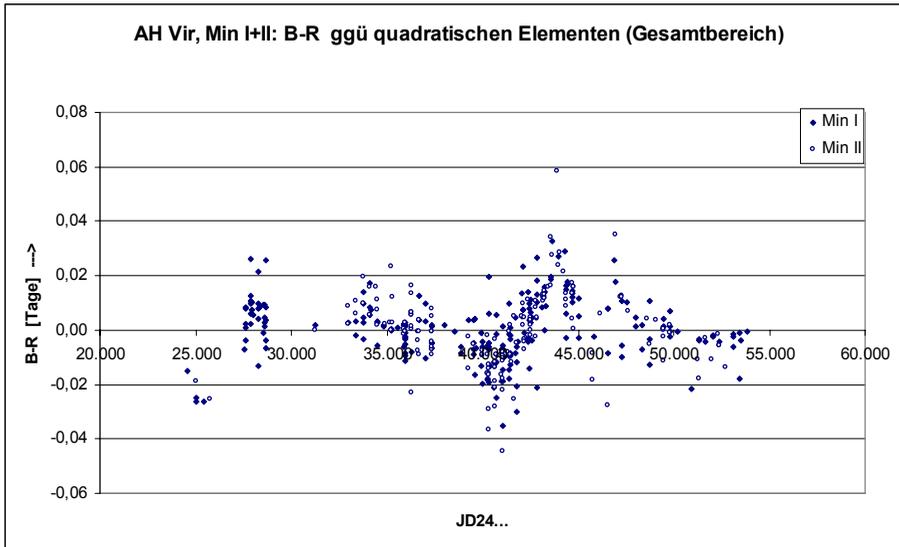


Abbildung 3: B-R-Werte der gekoppelten Ausglei-chung über den gesamten Bereich

Von dieser und den folgenden Analysen wurden zwei Beobachtungen ausgeschlossen, da sie isoliert sehr große B-R-Werte zeigten: JD2441074,359 (HM) und JD2434454,376 (NM). Diese Beobachtungen lassen sich in Abb. 2 leicht identifizieren. Der mittlere Fehler der Beobachtungen (Standardabweichung) beträgt bei der gekoppelten Gesamtausglei-chung $\sigma_0 = \pm 0^d.0126$, entsprechend ca. ± 18 Minuten.

Im folgenden Schritt analysierte ich die 3 Beobachtungsabschnitte separat. Auch hier zeigten die nach Haupt- und Nebenminima getrennten Einzelergebnisse, daß ein gekoppeltes Ausglei-chungsmodell zur Bestimmung der Lichtwechselelemente taugt. Die Ergebnisse dieser Ausglei-chung sind in Tab. 2 zusammengestellt. Der Elementesatz stellt das Lichtwechselverhalten von AH Vir über den gesamten beobachteten Zeitraum sehr gut dar, wie B-R-Diagramm der Gesamtdarstellung (Abb. 4) und das zugehörige Histogramm der B-R-Werte (Abb. 5) belegen. Die Standardabweichung der B-R-Werte für den gesamten Beobachtungszeitraum verbessert sich von ± 18 Minuten (s.o.) auf ± 12 Minuten. Einzig auffällig ist , daß der Zentralpeak des Restehistogramms etwas kleiner als erwartet ausfällt.

Abschnitt	E0,HM JD24...	E0,NM JD24...	P [d/E]	Q [d/E ²]	N σ_gesamt	Φ _{NM} σ
I	52500,2048	52500,4097	0,40752686	79,4E-12	182	0,503
	± 0,0117	± 0,0119	± 0,00000053	± 5,6E-12	± 0,0083	± 0,041
II	52500,3643	52500,5701	0,40753020		138	0,505
	± 0,0091	± 0,0090	± 0,00000035		± 0,0095	± 0,032
III	52500,3148	52500,5197	0,40753143	15,4E-11	89	0,503
	± 0,0020	± 0,0023	± 0,00000043	± 2,1E-11	± 0,0092	± 0,007

Tabelle 2: Übersicht der Lichtwechselelemente für die Beobachtungsabschnitte I-III

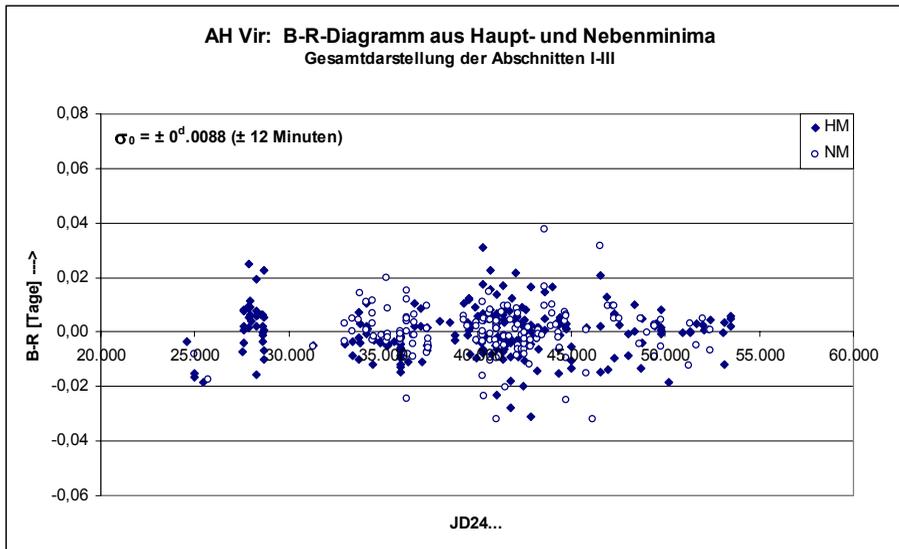


Abbildung 4: B-R-Werte aus der gekoppelten Ausgleichung HM+NM; Abschnitte I-III

Ergebnisse und Diskussion.

(a) Phasenlage des Nebenminimums. Zum Zeitpunkt der von Kreiner gewählten Nullepoche scheint die Phase des Nebenminimums leicht asymmetrisch bei der Phase 0.503-0.505 zu liegen (Tab. 2), wenn auch mit relativ großen Fehlern behaftet (0,8-4% der gesamten Phase). Dennoch ist auffällig, daß die Ergebnisse aller drei Beobachtungsabschnitte fast identische Werte liefern!

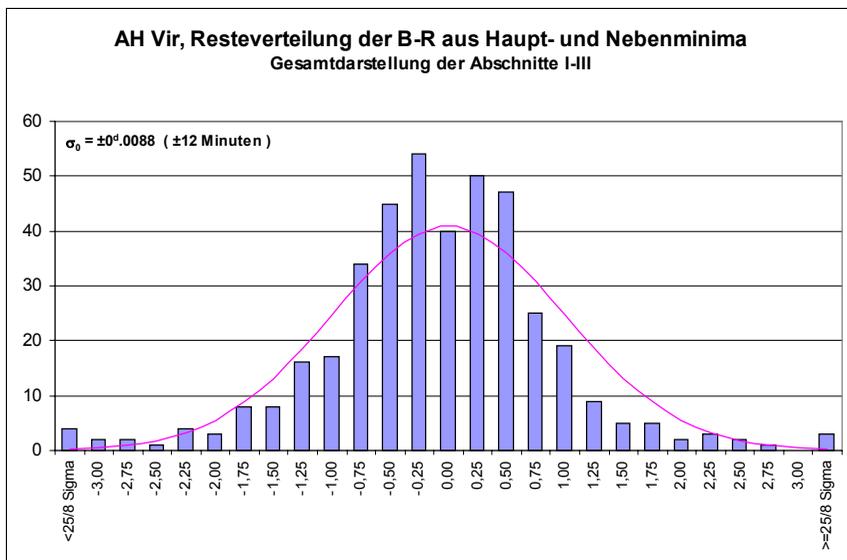


Abbildung 5: Restehistogramm aus der gekoppelten Ausgleichung HM+NM; Abschnitte I-III

(b) Änderungsraten der Periodenlänge der Abschnitte I und III. Die parabelförmigen B-R-Äste der Abschnitte I und III deuten auf eine konstant verlaufende Periodenzunahme hin. Ursache hierfür ist in Doppelsternsystemen meist ein Massentransfer von einem Stern, der sein Roche-Volumen ausfüllt, zu seinem Begleiter. AH Vir ist ein W-UMa-System, dessen Komponenten vom Spektraltyp K0V+K0V bestehen, also Zwergsterne ähnlich unserer Sonne sind, wenn auch mit ca. 5.200K Oberflächentemperatur etwas kühler als diese. W-UMa-Sterne sind Kontaktsysteme, die aber gerade dadurch gekennzeichnet sind, daß beide Komponenten jeweils ihre Roche-Volumina ausfüllen und somit Massentransfer schon fast unabdingbar ist. Es ist also kein Wunder, einen entsprechenden Effekt auch bei AH Vir zu finden. Aus den quadratischen Termen der Lichtwechselelemente und der linearen Periode läßt sich eine wichtige Größe für die Beschreibung des Massentransfers ableiten, nämlich der Quotient aus der Änderungs-rate der Periode pro Zeiteinheit ($=dP/dt$) und der Periode P selbst. Tabelle 3 gibt diese Größen für die Abschnitte I und III wieder.

Abschnitt	Q [d/E ²]	dP/dE [d/E]	dP/dt	(dP/dt)/P [d/a]
I	79,4E-12	1,59E-10	3,90E-10	3,5E-7
III	15,4E-11	3,07E-10	7,53E-10	6,8E-7

Tabelle 3: Quadratische Elemente und Änderungsraten der Periode

Interessant ist, daß AH Vir offensichtlich eine ca. 10jährige Pause seines Massentransfers eingelegt hat. Wodurch dies verursacht wurde, ob z. B. der massespendende Stern kurzfristig im Rahmen seiner normalen Entwicklung sein Rochevolumen nicht

mehr ausgefüllt hat und der Massefluß somit zum Stillstand gekommen sein mag, oder aber daß z. B. eine langsame Pulsation eine Rolle gespielt haben mag, verbleibt momentan im Bereich der Spekulation. Bemerkenswert schein mir noch zu sein, daß nach der konstanten Phase die Änderungsrate der Periode fast doppelt so groß wie vorher ist. Ob dies gleichzeitig bedeutet, daß die Massentransferrate doppelt so hoch wie in Abschnitt I ist, kann ich nicht beurteilen, möchte es aber eher bezweifeln.

(c) Lichtwechselelemente. Ab September 1979 lassen sich die Zeitpunkte der Haupt- und Nebenminima durch die quadratischen Lichtwechselelemente

$$\begin{aligned} \text{HM} &= \text{JD}2452500,315 + 0,40753143 * E + 1,54 * 10^{-10} * E^2 & \text{(I)} \\ \text{bzw. NM} &= \text{JD}2452500,520 + 0,40753143 * E + 1,54 * 10^{-10} * E^2 & \text{(II)} \end{aligned}$$

darstellen.

AH Vir läßt sich im Frühjahr bis Frühsommer zeitlich recht gut beobachten. Mit seinem Helligkeitsbereich von 8,9 – 9,5 mag ist er ein Objekt für kleine Teleskope aber auch große Feldstecher (z. B. 20x80). Für einen Beobachtungsstandort nahe der Mitte Deutschlands, z. B. Frankfurt/Main (geogr. Breite +50°), steht er mit seiner Deklination von +11°49' für ca. 7,6 Stunden höher als 30° am Himmel. Das sollte eigentlich ausreichend sein, um in einem Jahr ein paar Minimumzeiten zu bestimmen. Vor dem Hintergrund der Periodenveränderung wäre es schön, wenn im nächsten Jahr doch einige Beobachtungen in der BAV zusammenkämen. Ich werde mich jedenfalls an diesem Stern versuchen!

Quellen:

Lichtenknecker-Datenbank der BAV (Onlineversion)

Khopolov et. al, „The combined Table of GCVS Vol. I-II (4th ed.) and Namelist of Variable Stars Nos. 67-78; Sternberg State Astron. Inst., Moscow

Hilditch, R. W.; „An introduction to Close Binary Stars“, Cambridge Univ. Press, 2001

Hans-Mereyntyje Steinbach, Graf-von-Moltke-Weg 10, D-61267 Neu-Anspach
eMail: Hans-Mereyntyje.Steinbach@online.de