A MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
CSILLAGVIZSGÁLÓ
INTÉZETÉNEK
KÖZLEMÉNYEI

MITTEILUNGEN
DER
STERNWARTE
DER UNGARISCHEN AKADEMIE
DER WISSENSCHAFTEN

BUDAPEST — SZABADSÁGHEGY

Nr. 46.

K. KORDYLEWSKI (Kraków)

VERGLEICH DER (O—C)-KURVEN VON RR LYRAE- UND BEDECKUNGSVERÄNDERLICHEN

BUDAPEST, 1960

A MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
CSILLAGVIZSGÁLÓ
INTÉZETÉNEK
KÖZLEMÉNYEI

MITTEILUNGEN
DER
STERNWARTE
DER UNGARISCHEN AKADEMIE
DER WISSENSCHAFTEN

BUDAPEST — SZABADSÁGHEGY

Nr. 46.

VERGLEICH DER (O—C)-KURVEN VON RR LYRAE- UND BEDECKUNGSVERÄNDERLICHEN

von

K. KORDYLEWSKI

Aus den bisherigen, nach vieljährigen Beobachtungen erhaltenen genauen Epochen der Minima von Bedeckungsveränderlichen und der Maxima von RR Lyrae-Sternen folgen stets Abweichungen: (O—C) von den mittleren linearen Lichtwechselelementen, die sich mit der Zeit verschiedentlich verändern. Es scheint, dass diese komplizierte Veränderlichkeit durch mehrere zusammenwirkende Einflüsse verursacht wird. Eine eingehende Untersuchung der in den (O—C)-Kurven auftretenden Typen könnte wohl neues Licht auf das Problem der Veränderlichkeit der Lichtwechsel-Perioden werfen und vielleicht auch neue Grundlagen zur richtigen Deutung des Lichtwechsels selbst schaffen.

Als eine der ersten Proben in dieser Richtung entstand diese Arbeit, deren Zweck es war zu untersuchen, in wie weit die (O—C)-Kurven der RR Lyrae-Sterne vergleichbar sind mit denjenigen der Bedeckungsveränderlichen. Als Ausgangsmaterial dienten die von dem Blaschko-Effekte befreiten (O—C)-Kurven, die in Budapest erhalten waren und hauptsächlich auf dem Budapester Beobachtungsmaterial basieren. Es waren dies die Veränderlichen RV UMa (BdpM *34*, 34), RW Cnc (BdpM *23*, 20), RR Lyr (BdpM *17*, 44), SW And (BdpM *33*, 29), RR Leo (BdpM 21), AR Her (Manuskript von *I. Almár*), RW Dra (BdpM *27*, 32). DasM aterial für die 4 letzterwähnten Sterne konnte ergänzt werden durch neue Beobachtungsergebnisse, die mir Frau *Julia Balázs-Detre* liebenswürdig zur Verfügung gestellt hat.

Der Blaschko-Effekt ist als eine Eigentümlichkeit des RR Lyrae-Lichtwechsels anzusehen, für den aber bei den Bedeckengsveränderlichen nicht entsprechendes vorkommt. Es war deshalb vollkommen begründet, für die Ausgangsdaten ein vom Blaschko-Effekt befreites Material zu nehmen. Weiter galt es, für Zwecke der Vergleichung zweier verschiedener Arten von Veränderlichen, alle (O—C)-Kurven mit demselben Argumente für die (O—C) zu nehmen. Es ist üblich, die Epochennummer als Argument zu benutzen. Dies wäre aber in unserem Falle nicht richtig. Wir wollen nämlich die Ver-

änderlichkeit der (O—C) nicht individuell im Zusammenhang mit dem Lichtwechsel des einzelnen Sternes diskutieren, sondern unabhängig davon die (O—C)-Werte als nur von der Zeit abhängige Grössen behandeln. Deshalb musste als Argument für alle Sterne das J. D. genommen werden.

Auf gleiche Weise wurden die Bedeckungsveränderlichen behandelt, für welche wir während der letzten Jahre hauptsächlich aus den an der Krakauer Sternwarte seit fast 40 Jahren ausgeführten visuellen Schätzungen ungefähr 60 ziemlich vollständige (O—C)-Kurven zeichnen konnten und zwar für Sterne mit den verschiedensten Periodenwerten.

Schon die erste Betrachtung der Diagramme lehrt uns, dass der Verlauf der (O—C)-Kurven bei den RR Lyrae-Sternen viel glatter ist, als bei den Bedeckungsveränderlichen. Es gibt zwar Bedeckungsveränderliche, die bisher weder sekuläre noch langwellige Änderungen der (O—C) aufweisen. Es sind dies die Sterne: TW And, V 337 Aql, BF Aur, RZ und TW Cas, WY Cep, RW CrB, ZZ Cyg, UZ Dra, CM Lac, VV und ET Ori, UX Peg, RY, ST und XZ Per, U Sge, X Tri und Z Vul. Bei allen diesen Sternen macht sich doch eine kurzwellige Änderung oder eine grosse Streuung um die Mittelwerte bemerkbar. Eine Überlagerung einer kurzwelligen Änderung auf die mittlere ausgeglichene (O—C)-Kurve finden wir übrigens bei allen Bedeckungsveränderlichen vor. Durch den im allgemeinen glatteren Verlauf der Kurve bei den RR Lyrae-Sternen sind diese Veränderlichen bessere »Zeitsterne« (Zur Kontrolle der »Kosmischen Zeit«) als die Bedeckungsveränderlichen, die als Kosmosuhren einen mehr unregelmässigen Gang haben.

Bei keinem der Bedeckungsveränderlichen ist eine plötzliche, sprunghafte Änderung der (O—C)-Werte festzustellen. Vielmehr kann die Überlagerung der kurzen Wellen manchmal in dem Verlauf der (O—C)-Kurve eine Knickung vortäuschen.

Unter den 7 — mit Rücksicht auf die Sicherheit des Materials — ausgewählten RR Lyrae-Sternen fand sich zufällig keiner mit einer konstanten Periode. Dagegen sind durch diese 7 (O—C)-Kurven (auch wohl zufällig) alle bei den Bedeckungsveränderlichen vorkommenden Typen der Veränderlichkeit der (O—C)-Werte representiert. Zwischen den zur Verfügung stehenden Bedeckungsveränderlichen fanden sich mehrere, welche in der Amplitude und der Zeit mit den RR Lyrae-Sternen so übereinstimmende (O—C)-Kurven aufwiesen, dass die Ähnlichkeit überraschend genau ist, wie man das aus den Abbildungen 1 bis 4 ersieht.

Es lassen sich folgende Typen der zeitlichen Veränderlichkeit der (O—C)-Werte feststellen:

1. Eine sinusartige Welle mit kleiner Amplitude: RV UMa und AB And, SV Cam, R CMa, RW Cap, WW Cyg, Z Dra, S Equ, TX und SZ Her, RX Hya, VX Lac, Y Leo, RW Mon, RT Per. Die volle Amplitude liegt zwischen $0^d.02$ und $0^d.06$.

2. Eine sinusartige Welle mit grösserer Amplitude (zwischen $0^d.12$ und $0^d.24$): RR Lyrae und RW Cnc, Y Cam, SW Cyg, W Del, RR Dra, Y Psc. RW Tau.

3. Eine parabelähnliche Kurve bei abnehmender Periode: SW And und SV Cam, TU Her, AR Lac, SS Lib, TY Peg.

4. Eine parabelähnliche Kurve bei zunehmender Periode: RR Leo und U Cep, SS Cet, TW Dra, SW Lac, SW Oph, AQ Peg.

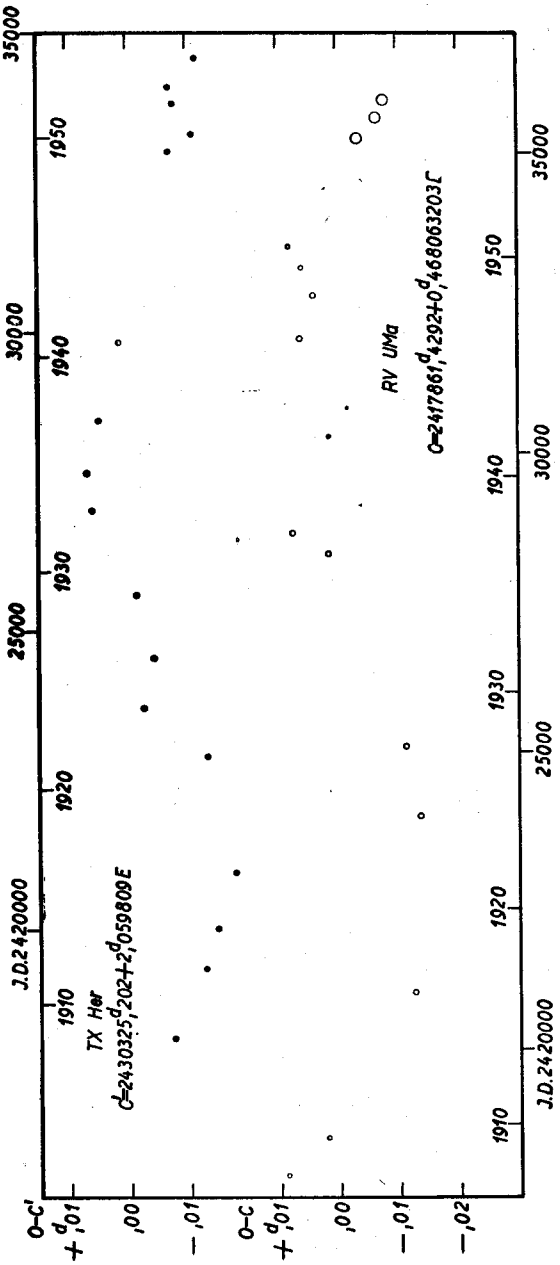

Abb. 1. Sinusförmige (O—C)-Kurven mit kleiner Amplitude, Typ 1

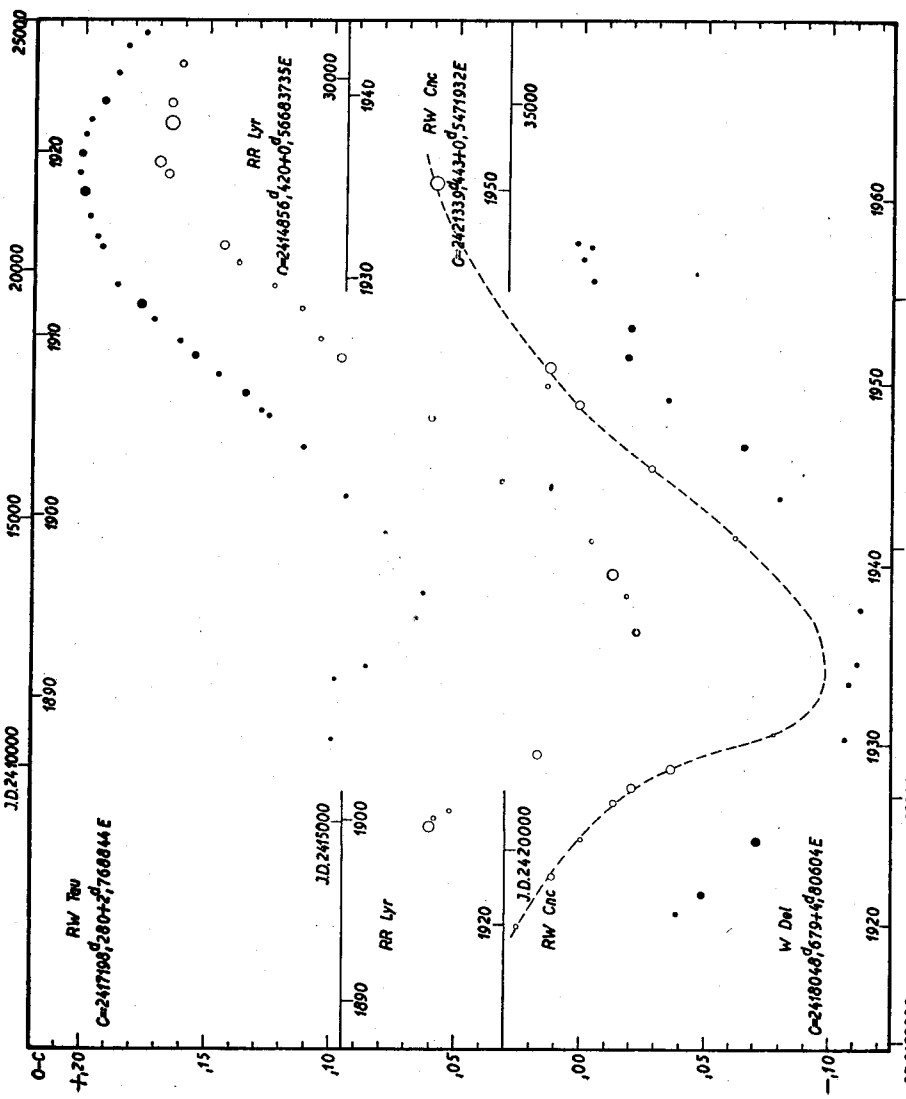

Abb 2. Sinusförmige (O—C)-Kurven mit grösserer Amplitude, Typ 2

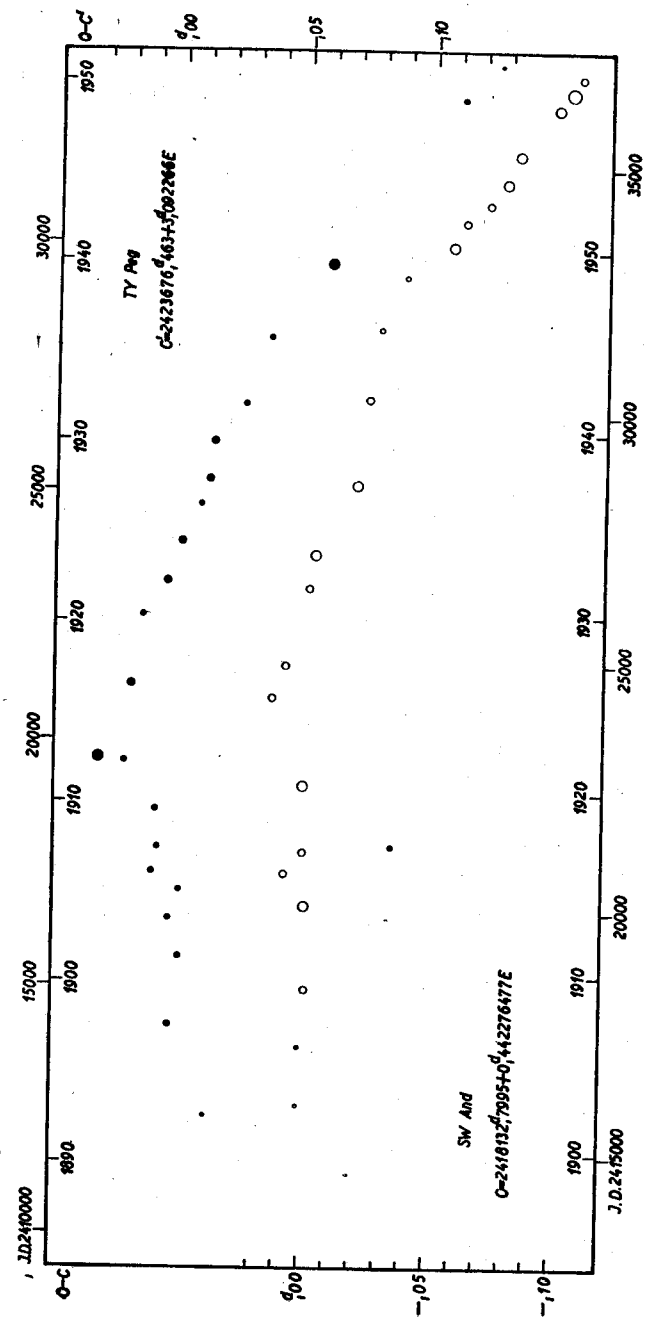

Abb. 3. Parabelähnliche (O—C)-Kurven bei abnehmender Periode, Typ 3

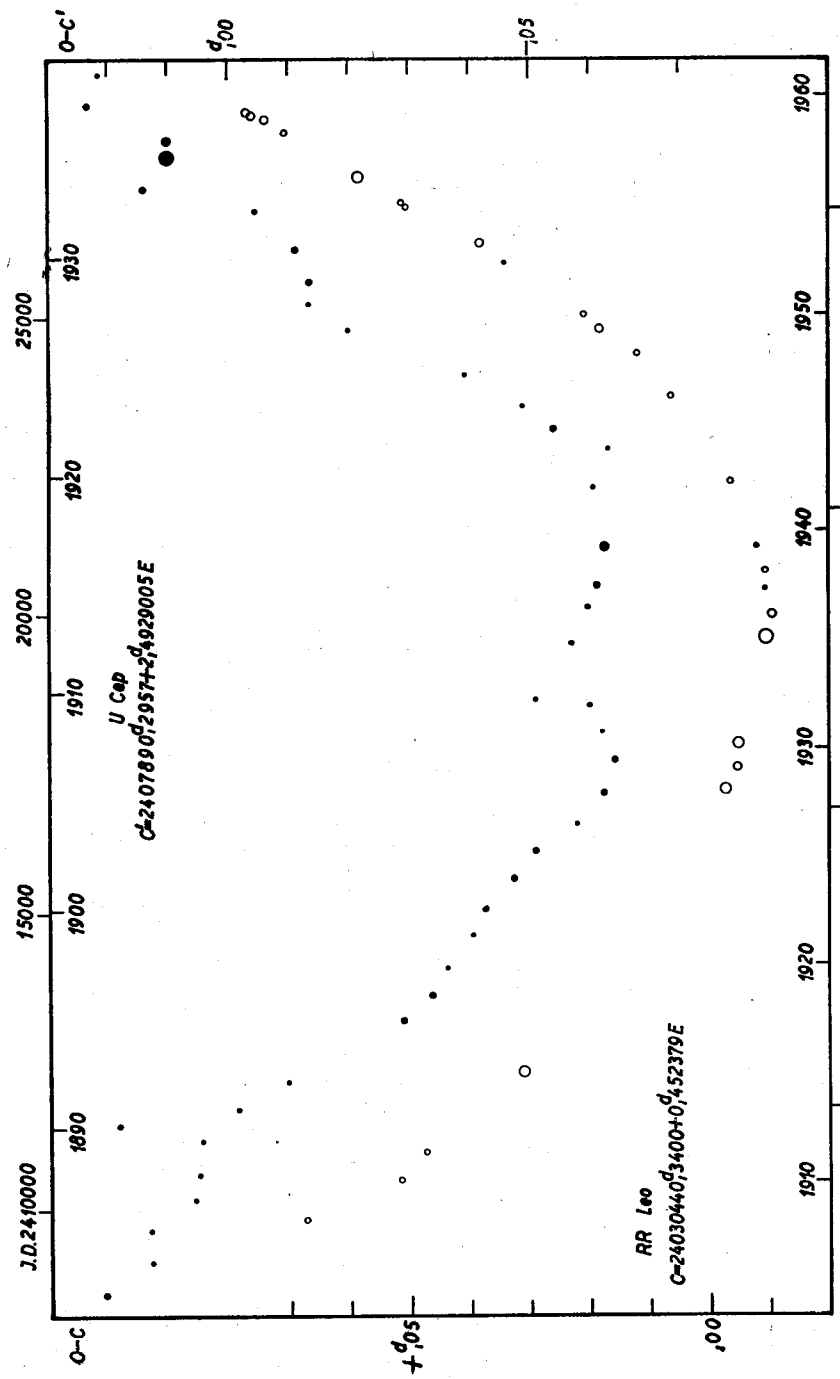

Abb. 4. Parabelähnliche (O—C)-Kurven bei zunehmender Periode, Typ 4

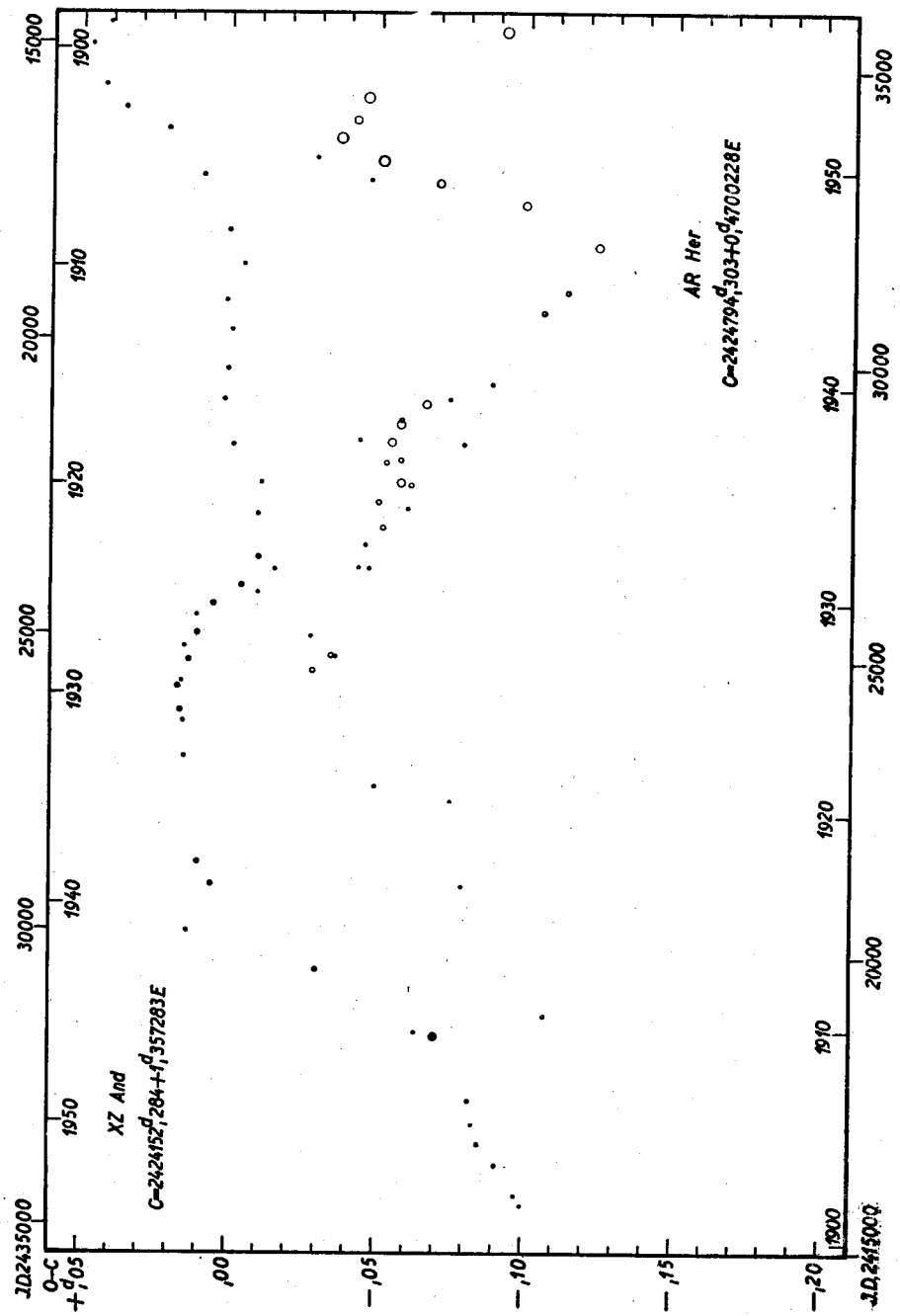

Abb. 5. Unregelmässige (O—C)-Kurven, Typ 5

Es ist höchstwahrscheinlich, dass die parabelähnlichen Kurven der letzten zwei Typen sich in Zukunft als Teile umfangreicher wellenförmiger Kurven feststellen lassen. Schon jetzt kann man aus der auf fast 180 jährigen Beobachtungen basierenden (O—C)-Kurve vom Algol parabelähnliche Teile abtrennen, die einen Zeitraum bis 40 Jahre und das Maximum oder das Minimum decken.

5. Eine unregelmässige (O—C)-Kurve (Dieser Typ scheint ziemlich selten vorzukommen): AR Her und XZ And, U CrB, RV Lyr, Z Per.

Es war im voraus wenig wahrscheinlich für den RR Lyrae-Stern AR Her einen Verwandten unter den Bedeckungsveränderlichen zu finden, weil doch bei einem unregelmässigen Verlauf einer Kurve sehr viele verschiedene Möglichkeiten vorkommen können. Umso mehr ist es sonderbar, dass das Spiegelbild der (O—C)-Kurve von XZ And der (O—C)-Kurve von AR Her ziemlich übereinstimmend folgt (Abb. 5).

Ein ganz besonderer Stern unter den Bedeckungsveränderlichen scheint RW Leonis zu sein. Er konnte aber nicht näher in Betracht gezogen werden, weil seine mittlere Periode anscheinend noch nicht endgültig sich bestimmen lässt.

Aus allem Vorhergehendem folgt eine wichtige Beobachtungstatsache: Zwischen den (O—C)-Kurven von RR Lyrae- und Bedeckungsveränderlichen existiert eine gesicherte Verwandschaft. Verschiedene Typen in dem Verlauf der (O—C)-Werte sind bei beiden Arten der Veränderlichen Sterne gleichmässig vertreten. Diese Tatsachen offenbarten sich erst beim Vergleich von (O—C)-Kurven, die mit dem J. D. als Argument gezeichnet wurden, also unabhängig von den Periodenwerten der Veränderlichen.

Dies alles zwingt uns zur Behauptung, dass die grosszügigen (sekulären oder langwellenförmigen) Änderungen der (O—C)-Werte bei verschiedenen Veränderlichen die gleichen Ursachen haben, die dabei unabhängig sein müssen von dem Mechanismus des Bedeckungs- oder des RR Lyrae-Lichtwechsels der Sterne.

Durch diese Wahrnehmung wird die weitere Diskussion über die Ursachen der sogenannten Veränderlichkeiten der Perioden stark begrenzt. Jedenfalls kann eine Erklärung durch Massenverluste der Sterne, wie auch durch Massenaustausch zwischen den Komponenten eines Bedeckungsveränderlichen offensichtlich nicht zutreffend sein. Es steht zwar noch frei auf diese Weise die sekundären Wellen in den (O—C) Diagrammen zu deuten.

Für die grosszügigen Änderungen der (O—C)-Werte muss man Erklärung in Erscheinungen suchen, welche mit der Veränderlichkeit des Lichtwechsels nichts gemeinsames haben. Es kämen in Frage u. a. der Kummulationsfehler, eine Lichtzeitbahn um einen Begleiter, etwaige Unregelmässigkeiten im Ablauf der kosmischen Zeit, sowie andere derartige allgemeine Probleme, zu deren Lösung die beobachteten Maxima- und Minimazeiten der sich schnell und regelmässig verändernden Sterne früher oder später unersätzlich sein werden.

Diese Arbeit habe ich während eines Budapester Aufenthaltes mit reger Hilfe von Seiten meiner Gattin Jadwiga zustande gebracht. Herrn Dr. *L. Detre* spreche ich meinen herzlichsten Dank aus für die Ermöglichung der Ausführung der Arbeit an seiner Sternwarte und Frau *Julia Balázs* danke ich sehr für die lehrreichen Unterredungen über die RR Lyrae-Probleme.

Budapest-Szabadsághegy, 1959 Dezember 6.

A kiadásért felelős Detre László. — Műszaki szerk. Húth István
A kézirat beérkezett 1960 V. 24. — Terjedelem: 1,05 (A/5) papírív
51,614/60 V. 20. Akadémiai Nyomda, Budapest — Felelős vezető; Bernát György