

## Der Lichtwechsel des Sterns Algol im Persens.

Nach Beobachtungen auf der Mannheimer Sternwarte.

(Eingereicht den 4. April 1870.)

Von Professor Dr. **E. Schönfeld.**

§ 1. Von allen veränderlichen Sternen hat keiner die Aufmerksamkeit der Astronomen so in Anspruch genommen, wie Mira im Walfisch und Algol im Perseus: jener als der zuerst bekannt gewordene und wegen seiner grossen, mehr als sieben Grössenklassen umfassenden und bis zur ersten heranreichenden Lichtschwankungen; dieser wegen der besondern, lange Zeit einzig dastehenden Art seines Lichtwechsels und wegen der merkwürdigen Verkürzung seiner sehr genau zu bestimmenden Periode. Seine Geschichte habe ich in 32. Jahresberichte, S. 77, 78, in Kürze zusammengefasst; seit dieser Zeit sind die Resultate, die der hervorragendste Bearbeiter des Sterns, Herr Geh. Rath Arge-lander, erhalten hat, durch die Veröffentlichung des 7. Bandes der Bonner Beobachtungen genauer bekannt gegeben und die Beobachtungen selbst sind besonders durch J. Schmidt, Winnecke und den Verfasser dieser Zeilen fortgesetzt worden.

Die meisten Arbeiten über den Stern beziehen sich auf die Periode und die Veränderungen ihrer Dauer.

Vor nunmehr 27 Jahren hat Argelander gezeigt, dass die älteren Beobachtungen bis 1832, wenn sie sich auch durch eine gleichmässige Periode von  $2^{\text{h}} 20^{\text{m}} 48^{\text{s}} 5$  noch darstellen lassen, doch schon eine Verkürzung derselben von einer Secunde in 50 Jahren verrathen, und dass diese Verkürzung durch seine eigenen von 1840—1842 fast zur Evidenz erhoben werde. Derselbe hat dann späterhin nicht nur die fortschreitende Verkürzung constatirt, sondern auch ihr Vorhandensein bis etwa gegen 1855 unzweifelhaft nachgewiesen. Seitdem ist aber die Verkürzung, wie aus übereinstimmenden Rechnungen von Argelander und mir hervorgeht, nicht weiter fortgeschritten, sondern vielmehr wahrscheinlich in eine Verlängerung übergegangen. Aber obwohl, besonders durch die von Argelander ausgegangene Anregung, das Material sich seit 16 Jahren ungemein gehäuft hat, so ist dasselbe doch, soweit es bis jetzt vorliegt, schwerlich hinreichend, etwas anderes als die Existenz dieser kleinen Verlängerung erkennen zu lassen. Ihr Gesetz bleibt noch zweifelhaft und ebenso, ob sie eine stetige, oder durch partielle Rückgänge unterbrochen gewesen ist. Der Grund dieses Zweifels ist ein doppelter; zunächst die geringe Grösse der Verlängerung selbst; dann aber ganz wesentlich der Umstand, dass die Beobachtungsergebnisse, die berechneten Minima der Helligkeit, nicht von allen Astronomen gleichmässig abgeleitet werden, wesshalb das bis jetzt zugängliche Material zur Untersuchung solch feiner Fragen weniger geschickt ist, als sich später die Originalbeobachtungen zeigen werden.

Der Gang des Lichtwechsels innerhalb einer Periode ist weit weniger untersucht worden als die periodische Wiederkehr der Minima; die meisten Angaben darüber sind ziemlich vag und dabei unter sich nur in geringer

Uebereinstimmung. Mit Uebergang der ältesten Bemerkungen von Goodricke und Andern (sie sind auf zu wenige Beobachtungen gegründet), sowie von solchen Notizen, die nicht auf eigenen Untersuchungen ihrer Urheber zu beruhen scheinen, führe ich darüber das Folgende als das Wesentliche an.

§ 2. Nach Wurm (Zach, geographische Ephemeriden, II, S. 215; 1798 Sept.) kommen von den 68,8 Stunden der Periode 3 auf die Abnahme, 18 Minuten auf das kleinste Licht, in welchem die Veränderung völlig Null ist, und volle 3 Stunden auf die Zunahme; die ganze Dauer des Lichtwechsels schätzt W. auf  $6\frac{1}{2}$  Stunden. Man könnte aus den etwas unbestimmten Ausdrücken auf die Ansicht schliessen, dass die Zunahme etwas langsamer geschehe als die Abnahme. Aber weiterhin gibt W. die Vorschrift, vor und nach dem Minimum die Zeiten der Gleichheit des Veränderlichen mit benachbarten Sternen, z. B.  $\gamma$  und  $\delta$  im Perseus, zu notiren und fügt hinzu: das Mittel dieser Zeiten gibt auch die Mitte des kleinsten Lichts. Die Dauer der kleinsten Phase soll bei einiger Uebung recht wohl bestimmbar, und in dem Moment, wo sie eintritt, der Abfall des Glanzes (die Geschwindigkeit der Lichtabnahme) sehr merklich sein. Das kleinste Licht selbst findet W. kaum etwas heller als  $\rho$  Persei, und in seltenen Fällen diesem Sterne gleich. Der Umstand, dass  $\rho$  selbst stark veränderlich ist, scheint W. ganz entgangen zu sein, und er ist auch, obwohl von Argelander bemerkt, doch erst von J. Schmidt 1854 ausser allen Zweifel gesetzt worden.

Argelander hat sich über diese Erscheinungen zu verschiedenen Zeiten geäußert. In Schumacher's Jahrbuch für 1844 (S. 243 ff.) ist die volle Helligkeit = schwach  $2^m$ , die Dauer der Zu- und Abnahme zu je

3 bis 4 Stunden augegeben, die des kleinsten Lichts zu etwa  $\frac{1}{4}$  Stunde. In diesem ist der Stern bald heller bald schwächer als  $\rho$ , doch könnte auch  $\rho$  selbst etwas veränderlich sein (S. 245). Der Stern nimmt etwas rascher zu als ab, aber die Art, wie diess geschieht, ist noch nicht untersucht; eine Bemerkung von Arago, dass die Lichtänderung in beiden Zweigen am raschesten sei, wenn der Stern die 3. Grösse passirt, bleibt zweifelhaft, im Mittel geben die (nur wenig zahlreichen) Beobachtungen hier in 12 bis 13 Minuten eine Aenderung von einer Stufe. Später (1850, August) gibt A. die ganze Dauer der Veränderung zu 7 bis 8 Stunden an, die Ab- und Zunahme aber als nicht ganz regelmässig, sondern in der Nähe des Minimums rascher (in Humboldt's Kosmos, III, S. 246). Dann fügt er aber daselbst hinzu: „Merkwürdig ist dabei, dass der Stern, nachdem er gegen eine Stunde an Licht zugenommen hat, etwa ebenso lange fast in derselben Helligkeit bleibt und dann erst wieder merklich wächst.“ Die letztere Ansicht ist es auch wohl, auf die A. neuerdings im 7. Bande der Bonner Beobachtungen zurückkommt, wo er bei Gelegenheit des Ausschlusses von Beobachtungen des Herrn Le Ricque de Monchy (S. 30 des Separatabdruckes) sagt: „ich habe sie nicht benutzt, weil der Beobachter, wie es scheint, nicht das eigentliche Minimum angesetzt hat, sondern die Zeit nach dem Minimum, zu der der Stern fast stationär ist.“

Im Uebrigen hat, wie aus andern Gründen, insbesondere aus der Methode, die zu einem Minimum gehörigen Beobachtungen durch eine *continuirliche* Curve auszugleichen, zu schliessen ist, bei Argelander der Ausdruck, dass das Minimum eine Dauer habe, eine andere Bedeutung als bei Wurm. Der Lichtwandel ist, wie schon

aus dem Begriff eines Maximums oder Minimums folgt, um diese Zeit zu gering um sich beschränkten Hilfsmitteln zu verrathen. Auch in Betreff des vollen Lichtes macht A. 1856 die sehr gegründete Bemerkung (Astr. Nachr., Band 42, Nr. 1000), dass eine völlige Constanz des Lichts in dieser Phase noch keineswegs erwiesen sei.

§ 3. Am eingehendsten hat sich J. Schmidt mit der vorliegenden Untersuchung beschäftigt. Seine Arbeit (Astr. Nachr. Band 39, Nr. 918) fasst achtjährige Beobachtungen bis Nov. 1853 zusammen, beschränkt sich aber nur auf einen Theil der Erscheinungen, nämlich auf die vier Stunden in deren Mitte das Minimum liegt. Hierfür hat Sch. 954 Vergleichen von Algol mit  $\delta$  Persei zu einer Darstellung des mittleren Ganges des Lichtwechsels verwerthet und sehr merkwürdige Resultate gefunden. Nach diesen ist sowohl die Abnahme des Lichts als die Zunahme durch je drei Verzögerungen unterbrochen. Einige davon hält Sch. selbst noch für zweifelhaft; dass aber Algol 90 Minuten vor dem Minimum aufhöre abzunehmen, 10 Minuten lang entweder constant bleibe oder gar ein wenig zunehme, alsdann nach weiteren 5 Minuten wieder beginne, und zwar ungewöhnlich rasch, abzunehmen und später bald eine neue Verzögerung hierin erleide, hält er für sicher constatirt. Ingleichen findet er eine Verzögerung der Lichtzunahme von 80 bis 90 Minuten nach dem Minimum als „ohne Zweifel schon sicher bestimmt.“ Im Allgemeinen folgt aus den Untersuchungen die Zeitdauer der Ab- und Zunahme nahe gleich; es ist nämlich Algol

gleich $\delta$ Persei	46 <sup>m</sup> 7	vor und	48 <sup>m</sup> 0	nach dem Minimum.
ε „	64.0	„	61.0	„ „ „
β Trianguli	95.0	„	96.0	„ „ „

Die Specialuntersuchungen über die Helligkeitsunterschiede gegen die beiden letztern Sterne theilt

Sch. zwar nicht mit, sagt aber ausdrücklich, dass sie die aus  $\delta$  Persei gezogenen Resultate vollkommen bestätigen.

Zur Vergleichung der Schmidt'schen Rechnungen mit den weiterhin folgenden von mir ist noch zu bemerken, dass Schmidt's Einheit — seine Lichtstufe — einen viel grössern Helligkeitsunterschied repräsentirt, als die meinige. Ich finde aus der Vergleichung das Verhältniss 1 : 2.39, und Schmidt's Nullpunkt = 7.0 in meiner Scala. Genauere Untersuchungen habe ich nicht angestellt, besonders wegen der grossen Unterschiede in der Annahme der Helligkeiten der Vergleichsterne. Dass solche persönliche Unterschiede vorkommen, ist in der verschiedenen Empfänglichkeit der Augen für verschiedenfarbiges Licht begründet; ihre Grösse im vorliegenden Falle aber war mir dennoch sehr überraschend. Schmidt setzt  $\delta$  Persei 0.66 Stufen schwächer als  $\epsilon$ , und letzteren wieder 0.83 schwächer als  $\beta$  Trianguli; ich sehe aber (ebenso wie Argelander)  $\epsilon$  Persei unzweifelhaft heller als  $\beta$  Trianguli, und habe aus dem Complex meiner Beobachtungen mit freiem Auge (Wiener Sitzungsberichte, Band 42, S. 182)  $\delta = 7.8$ ,  $\beta$  Tr. = 8.9,  $\epsilon = 12.4$ , aus denen im Opernglase aber bis 1869 Oct. 12  $\delta = 7.8$ ,  $\beta$  Tr. = 9.1,  $\epsilon = 12.8$  bestimmt. Unter diesen Umständen würde eine Vergleichung meiner Resultate, welche auf der Vergleichung des Veränderlichen mit vielen Sternen beruhen, mit denen von Schmidt, die in ihrer publicirten Form nur einen Vergleichstern berücksichtigen, wenig Interesse haben.

§ 4. Eine vollständige Kritik der, vor den frühern jedenfalls durch grössere Bestimmtheit ausgezeichneten Untersuchungen von Schmidt kann hier, da mir die Kenntniss seiner Originalbeobachtungen fehlt, nicht erwartet werden. Da ich aber bei meinen eigenen

Untersuchungen — und man sieht aus dem Mitgetheilten, dass solche nichts weniger als überflüssig sind — bei mannichfacher Gleichheit des Ganges dennoch im Einzelnen viele Rechnungen anders angelegt habe, so stelle ich die wesentlichsten Unterschiede hier zusammen.

1) Sch. behandelt die Vergleichen von Algol mit jedem einzelnen Vergleichstern für sich, und sieht die Uebereinstimmung der aus den verschiedenen Sternen erhaltenen Resultate als eine gegenseitige Bestätigung an. Ich halte mit vielen andern Astronomen gleichzeitige Vergleichen mit verschiedenen Sternen für nicht völlig unabhängig von einander, und deshalb die Beweiskraft derselben zu dem obigen Zwecke für relativ gering. Uebrigens ist für den von Sch. untersuchten Theil des Lichtwechsels ein einziger Vergleichstern ( $\delta$  Persei) zur Noth ausreichend; in grösseren Abständen vom Minimum müssen nothwendig noch andere Sterne zu Hülfe genommen werden, und die Aufstellung einer zusammenhängenden Vergleichsternscala, und damit die strengere Anwendung von Argelander's Rechnungsmethoden (s. z. B. 29. Jahresbericht S. 82 ff.) wird unvermeidlich.

2) Bei der Vereinigung der Beobachtungen verschiedener Nächte zur Darstellung der mittlern Lichtcurve geht Sch. von dem jedesmaligen beobachteten Minimum als Nullpunkt der Zeiten aus. Dies Verfahren ist gerechtfertigt, wenn die zufällige Abweichung der Minima von ihrer gesetzlichen Wiederkehr den zufälligen Beobachtungsfehler übertrifft. Nun machen es allerdings verschiedene Untersuchungen wahrscheinlich, dass solche (im naturwissenschaftlichen Sinne) zufällige Abweichungen vorhanden sind, indem sie zeigen, dass gleichzeitige Bestimmungen desselben Minimums durch verschiedene Beobachter durchschnitt-

lich besser zusammenstimmen, als verschiedene Minima durch Rechnung auf eine gemeinsame Haupt-epoche reducirt. Aber dieselben Untersuchungen zeigen auch die geringere Strenge des Verfahrens von Sch. Argelander findet (Bonner Beobachtungen, Band 7, S. 38) jene wahrscheinliche reelle Abweichung aus zwei umfangreichen Reihen bez.  $0^m 60$  und  $0^m 64$ ; ich selbst aus einer neuern zwar etwas grösser, nämlich nahe  $2^m$ , aber aus allen folgt der reine Beobachtungsfehler viel bedeutender, zwischen 4 und 6 Zeitminuten. Hierbei ist die Periode von Argelander als vollkommen gleichförmig angenommen, bei mir ist eine Formel zu Grunde gelegt, die auch das Quadrat der Zeit berücksichtigt. Ich bin daher bei meiner Arbeit um so mehr von den berechneten Minimis ausgegangen, als man sich dann viel freier von aller Präoccupation durch die vielen Einflüsse halten kann, welche die gegenseitige Uebereinstimmung der Beobachtungen einer Nacht auf Kosten der Richtigkeit des Resultats vergrössern.

Es scheint nicht, als habe Schmidt seine spätern, mit grosser Ausdauer bis in die neueste Zeit fortgesetzten Beobachtungen bereits einer ähnlichen Discussion unterworfen. Beiläufige Bemerkungen über den Gegenstand finden sich von ihm an verschiedenen Stellen der Astr. Nachr., aus denen ich trotz einzelner Notizen über die Möglichkeit anderer Ausgleichung (Band 44, S. 262), über anomale Curven u. s. w. den Eindruck erhalte, dass Schmidt noch jetzt die Resultate der ersten acht Jahre als sicher constatirt ansieht. Eine der neuesten Aeusserungen in diesem Sinne steht Astr. Nachr. Band 74, S. 285, die schwerlich geschrieben worden wäre, wenn die neueren Beobachtungen den älteren Resultaten wesentlich widersprächen. Dabei bleibt aber selbstverständlich eine genauere Unter-



suchung recht wünschenswerth. Dass meine Beobachtungen die Ungleichmässigkeiten des Lichtwechsels nicht ergeben, habe ich schon 1866 in 32. Jahresberichte (S. 78) erwähnt. Die seitdem angestellten ergeben sie eben so wenig. Die Einzelcurven, durch welche ich, wie gebräuchlich, bisher die Beobachtungen eines jeden Minimums ausgeglichen habe, zeigen zwar hin und wieder derartige Einbiegungen, von denen ich noch nicht entscheiden möchte, ob sie reell oder durch Anhäufung zufälliger oder systematischer Beobachtungsfehler entstanden sind; dieselben fallen aber nicht — und dies ist das Wesentliche — an verschiedenen Abenden in gleiche Abstände vom Minimum. Sie sind also jedenfalls keine constanten Theile der Lichtcurve, und müssen zur Bestimmung des letztern, auch wenn sie reell sind, ebenso unter die zufälligen Abweichungen versetzt werden, wie im Problem von der Sonnenbewegung im Raume die reellen Fixsternbewegungen neben die Beobachtungsfehler. Auf dem Princip die objectiven Ungleichmässigkeiten, die in der äussern Natur begründet sind, den subjectiven, den Beobachtungsfehlern zu parallelisiren, beruht überhaupt unsere ganze Methode: sonst dürfte man bei der Bestimmung des Lichtwechsels von Veränderlichen gar keine ausgleichenden Curven construiren, sondern müsste nur die einzelnen Helligkeitspunkte verbinden, und diese Zickzack- oder Wellenlinie als das Bild des wahrscheinlichsten Lichtwechsels ansehen. Dieses trüge aber dann die volle Entstellung durch die Beobachtungsfehler an sich, und man gleicht deshalb die Punkte durch eine Curve, welche nach Regelmässigkeit strebt aus. Dabei kann man sich bei dem gänzlichen Mangel aller Theorie immer der Möglichkeit bewusst bleiben, dass der wahre Verlauf des Lichtwechsels sich zu dem

durch die Curve angegebenen verhalte, wie z. B. der Lauf eines Flusses zu seiner Darstellung auf einem Situationsplan oder einer Landkarte, wo auch auf die kleinsten Krümmungen der Ufer keine Rücksicht genommen werden kann. Aber das Weglassen dieser beeinträchtigt die Karte nicht wesentlich, während das Angeben unsicherer oder unrichtiger erheblich schadet, weil es eine imaginäre Genauigkeit erwarten lässt. So soll auch eine Lichtcurve in erster Instanz den allgemeinen Charakter des Lichtwechsels darstellen, Details nur da, wo diese sich aus den Beobachtungsfehlern relativ sicher herausheben. Was nun dabei als reelle Ungleichmässigkeit, was als Beobachtungsfehler anzusehen ist, darüber ist ein allgemeines Urtheil für jetzt nicht möglich: ein bedingtes aber dann, wenn die wahrscheinliche Grösse des letzteren anderweitig ermittelt werden kann. Für meine Beobachtungen im Opernglase ist dieselbe nach eingehender Untersuchung mehrerer häufig beobachteter Sterne 0.5 bis 0.6 meiner Stufen für die vollständige Beobachtung. Ein näherer Anschluss der Curve, welche den mittleren Lichtwechsel zu repräsentiren bestimmt ist, auf Kosten ihrer Regelmässigkeit ist daher nicht zweckentsprechend, und erst, wenn die Vermeidung einer Einbiegung die wahrscheinliche Abweichung der Curve von den Beobachtungen wesentlich vergrössert, können die letzteren als beweiskräftig für die Ungleichmässigkeit des Lichtwechsels betrachtet werden.

Fügt man dem Vorigen noch die allgemeine Bemerkung bei, dass ich mich bei der Untersuchung fast vollständig der wohlbekannten, in den Abhandlungen über  $\beta$  Lyrae entwickelten Methode von Argelander bedient habe, so wird damit Alles zusammengestellt sein, was zum Verständniss der dem Folgenden zu Grunde liegenden Principien nöthig ist.

§ 5. Meine Beobachtungen von Algol, die ich 1853 Oct. 23 begonnen habe, zerfallen in zwei Theile. In den ersten Jahren beobachtete ich mit freiem Auge, seit 1859 Juli 17 aber in einem Opernglase von 13 Linien Oeffnung mit zweimaliger Vergrößerung. Die erste kleinere Reihe habe ich zur Darstellung des Lichtwechsels nicht mit benutzt, um das Material nicht ungleichförmig zu machen; die zweite, bis Ende 1864 sporadisch, seitdem aber mit Hintansetzung anderer Beobachtungen angestellt, umfasst nach Ausschluss der unsichern bis 1870 Ende März 677 vollständige Bestimmungen, jede durchschnittlich auf der Vergleichung von Algol mit 2 Sternen beruhend. Mit Ausnahme der 14 ersten, in Bonn erhaltenen, sind alle auf der hiesigen Sternwarte gesammelt; nur 35 liegen weiter von einem Minimum ab als  $\pm 5$  Stunden. Die Vergleichsterne sind  $\rho$ ,  $\delta$ ,  $\gamma$ ,  $\epsilon$  im Perseus, die ich mit ihren griechischen Buchstaben bezeichne; ferner  $a = \alpha$  und  $b = \beta$  Trianguli,  $h = \beta$  Arietis,  $i = \iota$  Aurigae,  $c = \gamma$  Andromedae. Von  $\rho$ , der selbst veränderlich ist, wurde ausserdem noch eine selbstständige Reihe beobachtet, für die auch  $\nu$  Persei benutzt ist, und seine Helligkeit für jeden Abend, an dem er als Vergleichstern für Algol diente, besonders ermittelt. Aus der Combination beider Reihen fand sich folgende, allen weitem Zahlen zu Grunde liegende, nach der Methode der kleinsten Quadrate ausgeglichene Vergleichsternescala, deren Einheit meine Lichtstufe ist:

$$\begin{aligned} \nu &= 0.9, a = 3.5, \delta = 7.8, b = 9.1, \gamma = 10.9, \epsilon = 12.8, \\ h &= 16.7, i = 17.3, c = 23.4. \end{aligned}$$

Am seltensten ist  $\gamma$  benutzt, und seine Helligkeit entsprechend unsicher. In den helleren Phasen wurde

Algol gewöhnlich mit  $h$  und  $c$  verglichen; in bedeutenden westlichen Stundenwinkeln aber steht  $h$  viel tiefer als der Veränderliche, und wurde dann durch  $i$  ersetzt, welcher stark gelb gefärbte Stern mir zwar mit freiem Auge schwächer als  $h$  erscheint, im Opernglase aber einen helleren Eindruck macht. Es sind zur Scala im Allgemeinen die Beobachtungen bis 1869 Oct. 12 benutzt; da aber unter diesen  $i$  im Ganzen selten vorkommt, so habe ich die Gleichungen für  $h$ ,  $i$  und  $c$  sämmtlich bis zum Schlusse der Beobachtungen aufgestellt und mit zur Rechnung gezogen. Mittelst der so erhaltenen Scala wurden nun alle Beobachtungen von Algol in Zahlen verwandelt, die sich auf denselben Nullpunkt und dieselbe Einheit beziehen, indem ich dabei streng dieselbe Consequenz befolgte, wie bei der Bearbeitung meiner früheren Bonner Beobachtungen (Wiener Sitzungsberichte, Band 42). Diese waren alsdann nach dem Zeitunterschiede gegen das je nächstliegende Minimum zu ordnen und zu diesem Zwecke zuerst die Elemente, aus welchen die Minima zu berechnen waren, zu ermitteln.

Man kann eigentlich die Periode von Algol für die ganzen  $10^{3/4}$  Jahre, welche die benutzte Reihe umfasst, als gleichförmig annehmen. Argelander hat sie neuerdings (Bonner Beobb., Band 7, S. 38) für die Epoche 7954 (1800 Jan. 1 18<sup>h</sup> als Null gezählt) zu  $2^t 20^h 48^m 53^s 813$  abgeleitet; von den Elementen

$$\begin{aligned} \text{Ep. 8478} &= 1866 \text{ Juli } 23 \text{ } 21^h \text{ } 25^m \text{ } 7 \text{ mittl. Zeit Paris} & (a) \\ \text{Periode} &= 2^t \text{ } 20^h \text{ } 48^m \text{ } 54^s \text{ } 00 \end{aligned}$$

weichen die Jahresmittel aller mir bekannt gewordenen Minima vom August 1858 bis zum April 1869 im Sinne Rechnung — Beobachtung um die Grössen ab

Ep. 7502	— 5 <sup>m</sup> 16	16	Minima
7617	+ 5.87	18	"
7757	— 4.21	17	"
7894	+ 6.62	10	"
7996	— 2.20	4	"
8120	— 12.46	5	"
8256	+ 3.27	9	"
8393	— 0.27	18	"
8519	— 0.22	10	"
8645	— 0.38	8	"
8764	+ 1.69	9	"

nach deren Betrag und Gang man wohl bei der bequemen runden Zehutelmminute in der Periode bleiben könnte. Für frühere Zeiten jedoch bis über 1840 zurück geben die zuletzt angeführten Elemente die Epochen durchweg zu früh, und man muss, um die nächst früheren sechs Jahresmittel mit darzustellen, eine Formel ableiten, die wenigstens das Quadrat der Zeit berücksichtigt. Nach mehrfachen Versuchen bin ich endlich bei der folgenden stehen geblieben, deren letztes Glied allerdings von seinem wahrscheinlichen Fehler fast um das doppelte übertroffen wird:

$$\begin{aligned}
 \text{Ep. E} &= 1860 \text{ Juni } 14 \text{ } 3^{\text{h}} \text{ } 24^{\text{m}} \text{ } 11 \text{ Mittl. Zeit Paris} \\
 &+ 2^{\text{t}} \text{ } 20^{\text{h}} \text{ } 48^{\text{m}} \text{ } 89308 \text{ (E} - 7700) \\
 &+ 6^{\text{m}} \text{ } 1204 \left( \frac{\text{E} - 7700}{1000} \right)^2 - 2^{\text{m}} \text{ } 0349 \left( \frac{\text{E} - 7700}{1000} \right)^3 \quad (\text{b})
 \end{aligned}$$

Sie stimmt mit den Elementen (a) von Ep. 8008 ab durchweg innerhalb der Zeitminute überein, früherhin gibt sie die Epochen etwas später, bei Ep. 7600 steigt die Differenz aber erst auf 3<sup>m</sup>365; bei Ep. 8453 geben beide Systeme gleiche Werthe. Ich habe die Normalhelligkeiten von Algol, die zur Bestimmung der mittleren Lichtcurve dienen, durch Vergleichung mit beiden gebildet; nachdem ich mich aber überzeugt hatte, dass

die (schon a priori zu erwartende) nahe Uebereinstimmung beider Rechnungen nicht etwa durch eine Anhäufung zufälliger Abweichungen beeinträchtigt werde, habe ich dem Systeme (b) den Vorzug gegeben, aus dem für seine absolute Richtigkeit zwar nicht viel beweisenden, hier aber doch etwas ins Gewicht fallenden Grunde, dass sein Anschluss an die Beobachtungen gerade für die Zeiten ein etwas besserer ist, in die das Gros meiner eigenen Beobachtungen fällt.

§ 6. Das folgende Tableau gibt nun die Mittelzahlen, welche der Ableitung der Curve zu Grunde gelegt wurden. In der nächsten Umgebung des Minimums sind die Beobachtungen so zahlreich, dass jede Mittelzahl aus einer gleichen Anzahl einzelner Beobachtungen gebildet werden konnte; an den Grenzen musste diese Anzahl beschränkt werden, um nicht solche zu vereinigen, die zeitlich zu weit getrennt waren. Nach dem Erfolg ausgeschlossen ist keine sichere Beobachtung. Da die Gesammtheit aller in zweiter Näherung (§ 7) eine Correction des Minimums der Elemente (b) von  $-2^m 8$  ergab, so habe ich der besseren Uebersicht wegen diese Correction hier gleich angebracht, und ebenso die Vergleichung mit der definitiven Curve beigefügt. Es bedeutet also:

- T* Die Zeit seit dem nächst liegenden Minimum (vorher negativ, nachher positiv), berechnet aus den Elementen (b), wenn man in diesen die Epoche in 1860 Juni 14 3<sup>h</sup> 21<sup>m</sup> 31 verwandelt;
- N* Die zugehörige Normalhelligkeit von Algol, bezogen auf die Scala § 5.
- p* Die Zahl von Beobachtungen, auf denen sie beruht;
- v* Die Werthe, die man zu *N* algebraisch addiren muss, um die entsprechenden Werthe der ausgleichenden Curve § 7 zu erhalten.

<i>T</i>	<i>N</i>	<i>p</i>	<i>v</i>
—4b30m 80.	20.79	2	—0.08
7.80	20.36	3	+0.04
—3 44.38	19.75	4	+0.18
25.03	19.42	4	+0.04
9.17	18.89	6	+0.11
—2 47.02	18.42	6	—0.27
29.34	17.79	9	—0.48
13.70.	15.63	9	+0.73
0.56	15.21	10	+0.12
—1 45.80	14.30	10	—0.39
34.50	12.66	10	—0.05
28.87	11.83	10	+0.06
20.03	10.82	10	—0.03
14.98	10.58	10	—0.40.
8.33	8.83	10	+0.56
5.33	9.17	10	—0.12
0.37	8.82	10	—0.30
—0. 56.03	7.56	10	+0.53
52.64	8.20	10	—0.44
46.91	6.92	10	+0.33
43.06.	7.09	10	—0.08.
38.99	6.59	10	+0.17
35.84	6.22	10	+0.34
32.08.	6.94	10	—0.58
28.60	6.29	10	—0.09.
24.68.	5.93	10	+0.10
21.57	5.89	10	+0.04
19.43.	5.84	10	+0.02
15.49	5.69	10	+0.06
11.81	5.77	10	—0.10
9.17	5.66	10	—0.03
5.74	5.49	10	+0.10.
1.75	5.52	10	+0.04
+0 0.16	5.21	10	+0.35
4.58.	5.85	10	—0.27
7.31	5.47	10	+0.13
11.31	5.59	10	+0.07
14.72	5.88	10	—0.15
17.29	5.86	10	—0.07

	<i>T</i>	<i>N</i>	<i>p</i>	<i>v</i>
	+0h21m92	5.94	10	-0.02
	25.14	6.05	10	-0.03
	28.26	6.20	10	-0.07
	33.13	6.50	10	-0.17
	35.60	6.48	10	-0.06
	38.43	6.47	10	+0.07
	43.03	6.84	10	-0.10
	46.25	7.04	10	-0.15
	48.95	7.01	10	+0.01
	53.62	7.02	10	+0.23
	57.17	7.40	10	+0.04
+1	1.27	7.80	10	-0.13
	5.42	7.94	10	-0.02
	8.32	7.89	10	+0.21
	13.36	8.58	10	-0.15
	17.34	8.97	10	-0.24
	22.35	8.56	10	+0.56
	27.37	9.59	10	-0.02
	32.27	9.84	10	+0.19
	38.95	10.76	10	-0.01
	45.62	11.90	10	-0.38
	52.47	12.20	10	+0.13
+2	0.46	13.46	10	-0.24
	11.39	14.74	10	-0.46
	27.09	15.53	9	+0.01
	43.60	16.59	9	+0.13
	57.34	16.87	7	+0.67
+3	11.63	18.27	7	+0.06
	33.48	19.46	6	-0.13
	49.40	20.06	4	-0.15
+4	5.07	20.54	3	-0.19
	33.32	20.73	4	+0.04
+0t	7h 57	20.77	5	
	20.17	20.58	5	
+1	4.19	20.88	5	
	15.31	21.10	5	
	23.89	21.04	5	
+2	6.63	21.04	5	
	12.59	20.73	5	



§ 7. Die letzten sieben Helligkeiten fallen in das volle Licht des Veränderlichen. Sie scheinen einen kleinen Gang zu befolgen, als ob die Helligkeit 1<sup>t</sup> 20<sup>h</sup> nach dem Minimum das absolute Maximum erreiche, also auch das sog. volle Licht keine ganz constante Phase wäre. Indessen sind die wahrscheinlichen Fehler der Zahlen grösser als ihre durchschnittlichen Differenzen, auch ist zu bemerken, dass die vierte zufällig überwiegend aus den schwierigeren Vergleichen mit *Aurigae* gebildet ist, und wenn man diese ausschliesst, so erhält man 20.65 anstatt 21.10. Ich betrachte also den Gang als zufällig und Algol als im vollen Lichte von constanter Helligkeit, habe auch das dafür anzusetzende Mittel = 20.88 aus demselben Grunde in 20.8 anstatt 20.9 abgerundet.

Die sorgfältige Ausgleichung der übrigen 71 Normalzahlen durch eine continuirliche Curve mit möglichst einfacher Krümmung ergab in zweiter Näherung den tiefsten Punkt derselben 2<sup>m</sup> 8 vor dem Nullpunkte der aus (b) berechneten Zeiten, also die

$$\begin{aligned} \text{Correction des Minimums der Elemente (b)} \\ = - 2^m 8 \end{aligned}$$

und dazu die folgende

## Lichteurve von Algol

-4 <sup>b</sup> 35 <sup>m</sup>	20.8	-1 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>	11.42	+1 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	11.45
	30 20.70		20 10.79		50 12.04
	25 20.64		15 10.18		55 12.62
	20 20.57		10 9.58	+2	0 13.17
	15 20.50		5 9.01		5 13.68
	10 20.42		0 8.48		10 14.15
	5 20.33	-0	55 7.99		15 14.60
	0 20.24		50 7.54		20 15.02
-3	55 20.15		45 7.15		25 15.41
	50 20.05		40 6.81		30 15.78
	45 19.94		35 6.51		35 16.13
	40 19.83		30 6.26		40 16.48
	35 19.71		25 6.05		45 16.81
	30 19.59		20 5.88		50 17.12
	25 19.46		15 5.74		55 17.42
	20 19.32		10 5.64	+3	0 17.71
	15 19.18		5 5.58		5 17.99
	10 19.03	+0	0 5.56		10 18.25
	5 18.86		5 5.58		15 18.50
	0 18.68		10 5.64		20 18.74
-2	55 18.48		15 5.73		25 18.97
	50 18.27		20 5.86		30 19.19
	45 18.06		25 6.02		35 19.39
	40 17.84		30 6.20		40 19.58
	35 17.60		35 6.40		45 19.76
	30 17.35		40 6.61		50 19.93
	25 17.03		45 6.83		55 20.09
	20 16.73		50 7.07	+4	0 20.23
	15 16.45		55 7.32		5 20.35
	10 16.09	+1	0 7.60		10 20.46
	5 15.70		5 7.89		15 20.56
	0 15.28		10 8.21		20 20.64
-1	55 14.83		15 8.55		25 20.70
	50 14.35		20 8.93		30 20.75
	45 13.83		25 9.35		35 20.8
	40 13.26		30 9.81		
	35 12.67		35 10.32		Volles Licht
	30 12.05		40 10.87		= 20.8
	25 11.42		45 11.45		

Hiernach ist der Lichtwechsel von Algol folgendermassen zu charakterisiren: die Zeitdauer der Veränderlichkeit innerhalb der Periode beträgt jedenfalls mehr als 8 Stunden, ihr wahrscheinlichster Werth ist nahe  $9\frac{1}{4}$  Stunden, und das Minimum liegt sehr nahe in der Mitte derselben. Es geschieht aber die Abnahme in den grösseren Abständen vom Minimum langsamer als die Zunahme in den symmetrisch liegenden Theilen, in den geringern rascher. Daher entsprechen im Allgemeinen den Zeiten vor dem Minimum grössere Helligkeiten, als den gleichen nach demselben. Die stärkste Abnahme findet  $1^h 26^m$  vor dem Minimum statt, wenn der Stern etwas schwächer als das Mittel von  $\gamma$  und  $\epsilon$  Persei geworden ist, die stärkste Zunahme in sehr nahe derselben Helligkeit, aber  $1^h 47^m$  nach dem Minimum. Im Minimum ist Algol kaum schwächer als das Mittel von  $\delta$  Persei und  $\alpha$  Trianguli, im vollen Lichte bleibt er schwächer als  $\gamma$  Andromedae, und zwar verhält sich sein Unterschied gegen diesen zu dem gegen den schwächeren  $\beta$  Arietis nahe wie 5 zu 8. Die ganze Lichtänderung beträgt  $15\frac{1}{4}$  Stufen. Zum Anschluss der Scala an die gebräuchlichen Grössenklassen ist zu bemerken, dass  $\gamma$  Andromedae mir als ein Mittelstern der zweiten Grösse ( $=2^m0$ ) erscheint,  $\delta$  Persei als ein sehr schwacher der dritten ( $3^m5$ ),  $\alpha$  Trianguli etwa  $3^m9$ ,  $\nu$  Persei  $4^m1$ . Für mein Auge und das Opernglas erstreckt sich also die Lichtänderung von Algol von  $2^m2$  bis  $3^m7$ .

Die Vergleichung der Curve mit den Normalhelligkeiten zeigt nicht blos, dass meine Beobachtungen mit der Hypothese eines nahezu gleichmässigen Lichtwechsels verträglich sind, sondern sie macht vielmehr jede Unterbrechung desselben durch Verzögerungen, Rückgänge u. dgl. von irgend erheblichem Betrage unwahrscheinlich. Die Columne der  $v$  zeigt zwar

an mehreren Stellen grössere Zeichenfolgen, an anderen, z. B. zwischen  $1^h 8^m$  und  $0^h 32^m$  vor dem Minimum, Anhäufungen von grösseren Fehlern mit auffälligem Gange; aber bei der grossen Zahl von 71 Punkten, durch welche die Curve bestimmt ist, müssen derartige Vorkommnisse schon a priori erwartet werden, und aus dem ganzen Complex resultirt ein wahrscheinlicher Fehler der Beobachtungen von befriedigender Grösse. Die Summe der pvv beträgt nämlich 43.123, und die Curve kann als durch 7 unabhängige Constanten bestimmt betrachtet werden. Hieraus ergibt sich der wahrscheinliche Fehler der einzelnen Beobachtung, einschliesslich der Unsicherheit ihrer Reduction auf die Vergleichsternscala

$$= 0.554 + 0.0657 \text{ Stufen,}$$

nicht grösser als er nach meinen übrigen Erfahrungen zu erwarten ist, aber auch nicht kleiner, so dass also zugleich der Anschluss der Curve nicht als ein gezwungener erscheint.

Dass mit der Behauptung, die Lichtcurve von Algol zeige keine Einbiegungen, nicht in aller Strenge gesagt sein soll, es kämen solche als besondere Störungen nicht in einzelnen Erscheinungen vor, habe ich schon früher erwähnt, und dasselbe gilt überhaupt von Abweichungen der Form der Lichtcurve von der mittleren. Aber hier, wo die ein einzelnes Minimum bestimmenden Beobachtungen sich in so kurzen Intervallen folgen, wirken stets viele Fehlerquellen systematisch und verzerren die Lichtcurve, ohne dass dies in der Regelmässigkeit des Ganges der Beobachtungen sonderlich zu Tage träte. Es ist kaum nöthig, einige derartige Umstände anzuführen. Die Schwankungen in der Feinheit z. B., mit der

Lichtunterschiede aufgefasst werden, eliminiren sich auch durch die Verbindung der Vergleichen mit helleren und schwächeren Sternen nicht völlig, und deshalb wird Algol bei geringerer Empfindlichkeit des Auges, wenn er einem Vergleichstern nahe gleich ist, in dieser Phase länger zu verweilen scheinen; die Curve zeigt dann hier eine Einbiegung. Jeder langsame Wechsel der äusseren Umstände während eines Minimums kann die Lichtcurve verfälschen, z. B. der Auf- oder Untergang des Mondes, die Variationen der Sternhöhen, die fortschreitende Ermüdung oder Uebung des Auges, und dergleichen. Wollte man aber hierbei nur die günstigsten Umstände abwarten, so würde man in unserem Klima überhaupt auf eine genügend vollständige Beobachtungsreihe verzichten müssen, und so wird es bei unseren Beobachtungsmethoden dem einzelnen Beobachter immer schwer sein, derartige Anomalien mit einer Sicherheit zu erkennen, die der Ueberzeugung von ihrer Realität nahe kommt. Somit möchte ich denn auch nach meiner Reihe noch kein definitives Urtheil fällen, sondern vielmehr aus ihr ein Beispiel anführen, wie leicht in dieser Frage Zweifel zurückbleiben können. Das Minimum von 1865 Nov. 19 ist durch 19 gute Beobachtungen in 3 Stunden 5 Minuten bestimmt, und die Vergleichung der letzteren mit der obigen mittleren Lichtcurve nach Argelauder's Methode (s. § 9) ergibt die Zeit desselben  $7^h 29^m 8$ , während ich früher durch eine bei erneuter Ansicht als richtig erkannte Einzelcurve dafür  $7^h 42^m 3$  abgeleitet habe (Astr. Nachr. Band 73, Nro. 1729). Die Abnahme stellt sich hier langsamer heraus, die Zunahme rascher als im Mittel, die Abweichung tritt am stärksten in den anderthalb Stunden hervor, die das Minimum einschliessen. Aber an diesem Abend ist  $\rho$  Persei sehr schwach gewesen, so dass in den schwächsten Phasen von

Algol grössere Stufenunterschiede auftreten, als sonst, und dieser Umstand ist möglicherweise der subjective Grund der Anomalie — ein neuer Beweis, wie schwer es ist, solche objectiv nachzuweisen, und zugleich, wie sehr Argelander's Methode, die den Untersuchungen über die Perioden der veränderlichen Sterne zu Grunde zu legenden Phasen durch Hinzuziehung möglichst vieler, auch von den betr. Phasen entfernterer Beobachtungen zu bestimmen, den gewöhnlichen Curvenzeichnungen, bei denen stets den nächstliegenden ein stark überwiegender Einfluss eingeräumt wird, überlegen ist. Im vorliegenden Falle lässt übrigens eine regelmässige Periode bei beiden Resultaten entgegengesetzte Fehler übrig.

§ 8. Die Lichtcurve von Algol gibt nun nicht nur die Kenntniss von den Grundzügen des Verlaufs seines Lichtwechsels, sondern auch die Mittel, durch die eben erwähnte Argelander'sche Methode die Zeiten der einzelnen Minima aus den zugehörigen Beobachtungen zu ermitteln. Von der Methode selbst muss hier das Detail als bekannt vorausgesetzt, und nur bemerkt werden, dass das Gewicht, mit dem jede Beobachtung zum Resultate stimmt, durch die zugehörige Differenz der Reihe der Helligkeiten (die Geschwindigkeit des Lichtwechsels in der betr. Phase) gegeben ist. Direct sind indessen die Zahlen des vorigen § nur für meine Beobachtungen im Opernglase anwendbar, andere müssen erst auf dieselbe Stufenweite und Helligkeits-scala reducirt werden. Man kann aber auch ohne diese Reduction aus der Vergleichung mit der Curve sehr sichere Resultate gewinnen, nämlich durch die Combination gleicher oder nahe gleicher Helligkeiten vor und nach dem Minimum.

Wären die beiden Zweige der Lichtcurve ganz symmetrisch, so würde entsprechend der Vorschrift von

Wurm (§ 2) das Mittel der Zeiten gleicher Helligkeiten stets die des Minimums selbst sein. Nach meiner Curve erhält dies Mittel eine (im Allgemeinen negative) Correction, die durch Interpolation aus der Curve leicht mit dem beobachteten Zeitintervall als Argument zu tabuliren ist, und das Gewicht dieser Correction ist (nicht ganz streng, aber entsprechend Argelander's Voraussetzungen) die Summe der Gewichte, welche den Zeiten in der Lichtcurve zugehören. Die Geschwindigkeiten der Lichtänderung zu diesen Zeiten ergeben dann weiter die Verbesserungen, die noch anzubringen sind, wenn die beobachteten Helligkeiten nur nahe, nicht völlig gleich waren. Die letzteren gelten streng allerdings auch nur für meine Stufenweite; wenn man aber nur Helligkeitsdifferenzen von wenigen Zehntelstufen zur Combination bringt, so genügt eine sehr rohe Kenntniss des Verhältnisses anderer Stufen zu denen der Tafel, um die nöthige Strenge zu erreichen.

Hierauf beruht die folgende Tafel. Man entnimmt aus ihr mit dem Argumente  $J = t^1 - t$  die Correction  $c + nd$ , die man zur Zeit  $\frac{1}{2}(t^1 + t)$  algebraisch addiren muss, um aus zwei das Minimum einschliessenden Beobachtungen zur Zeit  $t$  und  $t^1$  das Minimum zu erhalten, wenn Algol zur späteren Zeit  $t^1$  um  $d$  Zehntelstufen heller beobachtet worden ist, als zur früheren  $t$ , und gibt beim Zusammenfassen mehrerer solcher Bestimmungen zu einem Minimum einer jeden das Gewicht  $p$ .

$J$	$c$	$n$	$p$	$J$	$c$	$n$	$p$
0h 0m	- 0m 0	- ∞		4h 0m	- 11m 0	- 0m 52	96
10	- 0.0	- 6m 25	8	10	- 11.3	- 0.55	90
20	- 0.1	- 3.13	16	20	- 11.5	- 0.59	84
30	- 0.2	- 2.17	23	30	- 11.8	- 0.63	79
40	- 0.3	- 1.67	30	40	- 12.1	- 0.67	74
50	- 0.5	- 1.39	36	50	- 12.3	- 0.71	71
1 0	- 0.7	- 1.19	42	5 0	- 12.3	- 0.76	66
10	- 1.1	- 1.03	48	10	- 12.2	- 0.82	61
20	- 1.8	- 0.93	54	20	- 12.0	- 0.88	57
30	- 2.7	- 0.85	59	30	- 11.7	- 0.93	54
40	- 3.6	- 0.78	65	40	- 11.3	- 0.98	52
50	- 4.6	- 0.71	70	50	- 10.7	- 1.03	48
2 0	- 5.6	- 0.65	77	6 0	- 10.2	- 1.08	46
10	- 6.6	- 0.60	83	10	- 9.8	- 1.13	45
20	- 7.5	- 0.55	91	20	- 9.3	- 1.19	42
30	- 8.3	- 0.50	100	30	- 8.6	- 1.25	40
40	- 8.9	- 0.47	107	40	- 7.8	- 1.33	37
50	- 9.4	- 0.44	114	50	- 6.9	- 1.42	34
3 0	- 9.7	- 0.42	118	7 0	- 6.0	- 1.51	33
10	- 9.9	- 0.41	121	10	- 5.2	- 1.61	31
20	- 10.1	- 0.41	121	20	- 4.2	- 1.71	30
30	- 10.3	- 0.43	117	30	- 3.3	- 1.82	28
40	- 10.5	- 0.45	111	40	- 2.2	- 1.93	27
50	- 10.7	- 0.48	104	50	- 1.2	- 2.16	24
4 0	- 11.0	- 0.52	96	8 0	- 0.2	- 2.38	21

Da die Werthe dieser Tafel durch mehrfache Interpolation und Addition gebildet sind, so ist ihr Gang nicht ganz regelmässig, was aber ohne praktische Bedeutung ist.

Ich habe z. B. 1870 Jan. 31 beobachtet um 6<sup>h</sup>36<sup>m</sup> 4 Algol  $\frac{1}{2}$  Stufe heller als  $\delta$ , um 8<sup>h</sup>46<sup>m</sup> 4 beide gleich. Hier ist also  $J=2^h 10^m 0$ ,  $d=-5$ , und damit das Minimum  $7^h 41^m 4 - 6^m 6 + 5 \times 0^m.60 = 7^h 37^m 8$  mittlerer Zeit Mannheim,  $p=83$ . Die Möglichkeit, auf solche leichte Weise die Zeiten der Minima zu berechnen, ist nament-



lich bei den kleineren Beobachtungsreihen von Vortheil, die keine selbstständige Bestimmung einer Helligkeits-scala gestatten; vor Allem für die vielen beobachteten Minima, die wesentlich oder ganz auf dem Vergleichstern  $\rho$  beruhen, ohne dass man die Helligkeit des Letzteren, der selbst veränderlich ist, genügend ermitteln könnte.

§ 9. Die Minima, welche durch meine Beobachtungen sicher, d. h. durch Theile der Ab- und Zunahme, bestimmt sind, habe ich nun durch Vergleichung mit der Lichttafel des § 7 neu berechnet, und theile sie hier als Beitrag zu weiteren Untersuchungen mit. Eine Vergleichung der Zeiten derselben mit den Elementen (b) schien mir überflüssig; von den Elementen (a) weicht ihr Mittel um  $-2^m 90$  ab (der Complex aller Beobachtungen hatte für die Elemente (b) die Correction  $-2^m 8$  gegeben, § 7, und die Elemente (a) geben die Epochen durchschnittlich nur um  $-0^m 24$  früher) und diesen Werth habe ich als Verbesserung der Elemente (a) angenommen, welche dadurch die Gestalt bekommen:

$$\begin{aligned} \text{Ep. E} &= 1867 \text{ Jan. } 0 \text{ } 11^h \text{ } 1^m 2 \text{ M. Z. Paris} \\ &+ 2^t 20^h 48^m 9 \text{ (E} - 8534) \quad (c) \end{aligned}$$

Die Abweichungen der das Minimum zunächst einschliessenden Beobachtungen von den Helligkeiten der Tafel habe ich benutzt, um die jedesmalige Minimum-Helligkeit abzuleiten. Das Tableau gibt demnach die Ordnungszahl der Epoche, die beobachtete mittlere Mannheimer Zeit derselben, ihre Reduction auf die Sonne und die damit erhaltene Pariser Zeit, zu der ein Beobachter auf der Sonne das Minimum gesehen haben würde, dann unter  $v$  die Abweichung der Elemente (c) im Sinne Rechnung — Beobachtung, und die kleinste Helligkeit  $h$ .

Ep.	M.	Zt.	Mannheim		Paris	v	h
7584	1859	Juli	17 13 <sup>h</sup> 7 <sup>m</sup> 0	-3 <sup>m</sup> 8 = 12 <sup>h</sup>	38 <sup>m</sup> 7	+ 7 <sup>m</sup> 5	5.4
7735	1860	Sept.	22 12 9.8	+4.5	11 49.8	+ 0.3	5.9
7887	1861	Dec.	2 7 59.2	+7.2	7 41.9	+ 1.0	4.8
7894			22 9 35.0	+6.0	9 16.5	+ 8.7	4.9
7895			25 6 24.3	+5.8	6 5.6	+ 8.5	4.6
8278	1864	Dec.	27 10 33.8	+5.6	10 14.9	+ 7.9	4.9
8308	1865	März	23 11 26.6	-4.8	10 57.3	- 7.5	5.9
8353		Juli	30 11 59.4	-2.2	11 32.7	- 2.4	4.9
8360		Aug.	19 13 46.9	+0 4	13 22.8	-10.2	4.7
8369		Sept.	14 8 48.2	+3.6	8 27.3	+ 5.4	5.2
8376		Oct.	4 10 33.4	+5.6	10 14.5	+ 0.5	5.6
8377			7 7 21.9	+5.9	7 3.3	+ 0.6	5.1
8392		Nov.	19 7 29.8	+7.6	7 12.9	+ 4.5	5.9
8413	1866	Jan.	18 12 48.4	+3.3	12 27.2	- 2.9	6.2
8414			21 9 44.1	+2.9	9 22.5	- 9.3	5.5
8415			24 6 32.2	+2.5	6 10.2	- 8.1	5.5
8437		März	28 8 27.5	-5.3	7 57.7	+ 0.2	4.9
8504		Oct.	6 10 43.4	+5.8	10 24.7	+ 9.5	5.8
8541	1867	Jan.	20 12 59.1	+3.0	12 37.6	+ 5.9	5.5
8550		Febr.	15 8 25.3	-0.3	8 0.5	+ 3.1	5.9
8648		Nov.	23 8 11.4	+7.5	7 54.4	+ 1.4	5.9
8678	1868	Febr.	17 8 59.0	-0.5	8 34.0	-11.2	5.9
8821	1869	April	2 9 32.8	-5.8	9 2.5	- 7.0	6.6
8872		Aug.	26 14 51.0	+1.3	14 27.8	+ 1.6	5.1
8873			29 11 44.6	+1.6	11 21.7	+ 6.6	5.8
8874		Sept.	1 8 31.4	+2.0	8 8.9	- 1.7	5.8
8888		Oct.	11 11 43.6	+6.2	11 25.3	+ 6.5	6.2
8905		Nov.	29 5 53.8	+7.4	5 36.7	-13.5	5.7
8910		Dec.	13 13 53.0	+6.7	13 35.2	- 7.6	4.8
8926	1870	Jan.	28 10 53.4	+2.0	10 30.9	- 0.9	5.6
8927			31 7 39.0	+1.6	7 16.1	+ 2.8	6.1
8949		April	4 9 30.9	-5.9	9 0.5	+14.2	5.7 *)

\*) Dies letzte Minimum ist erst nach der Ausarbeitung des Aufsatzes erhalten und daher bei den Rechnungen nicht benutzt worden. Ich habe es während des Druckes noch angefügt, weil es der Zeit nach zu den früheren seit Ep. 8872 gehört und mit diesen zu demselben Jahresmittel zu ziehen ist.

Aus der Columne  $v$  folgt der wahrscheinliche Fehler eines durch die Tafel des § 7 berechneten Minimums  $= 4^m 467$ ; die frühere Ausgleichung durch Einzelcurven, wie ich sie (ausser für die letzten Minima seit 1869) an verschiedenen Stellen der Astr. Nachr. angegeben habe, gibt dafür  $5^m 652$ . Beide Werthe sind durch die Fehler der Elemente in nahe gleichem Maasse beeinflusst, die Ausgleichung durch die Lichttafel ist also jedenfalls ganz wesentlich im Vortheil. Ob die  $v$  des letzten Tableaus überhaupt noch zufällige Störungen im Eintreffen der Minima verrathen oder ganz durch die Fehler der Beobachtungen und der Elemente ( $c$ ) zu erklären sind, kann erst später untersucht werden.

Das Mittel der  $h$  gibt für die mittlere Helligkeit von Algol im Minimum 5.50, mit dem wahrscheinlichen Fehler  $+ 0.067$ , also innerhalb desselben mit dem Werthe 5.56 der Tafel übereinstimmend; der w. F. eines einzelnen  $h$  ist 0.374. Da jedes im Durchschnitt auf 5.2 Beobachtungen mit dem w. F. 0.554 (§ 7) beruht, so sollte man statt 0.374 die Zahl 0.243 erwarten, wenn nicht eine Anzahl Fehlerursachen immer den Beobachtungen, die zu einem  $h$  zusammengezogen wurden, gemeinsam wären, weil diese unter gleichen Umständen angestellt sind. Ueberdies beruht fast jedes  $h$  grossentheils auf der Annahme über die gleichzeitige Helligkeit von  $\rho$ , die nicht die Sicherheit hat, wie die andern Werthe der Vergleichsternscala, sondern immer nur aus wenigen Beobachtungen bestimmt sein kann. Ich glaube, dass man die entsprechende Unsicherheit auf  $\frac{1}{5}$  Stufe schätzen kann, und damit verwandelt sich schon die Zahl 0.243 in 0.315. Es ist also aus den Zahlen des Tableaus nicht auf eine Schwankung in der Minimalhelligkeit von Algol zu

schliessen. Dasselbe Resultat haben, wenn auch mit etwas geringerer Sicherheit, 11 von mir zu Bonn mit freiem Auge beobachtete Minima gegeben, worüber meine Abhandlung in den Wiener Sitzungsberichten zu vergleichen ist.

Die unabhängigste Prüfung der im Vorigen mitgetheilten Resultate meiner Beobachtungen ist zur Zeit durch die Bearbeitung der schönen Beobachtungsreihe von Argelander, die sich von 1840 bis 1859 und sporadisch bis 1866 erstreckt, zu erlangen. Indessen muss dieser umfangreichen Untersuchung erst eine andere vorausgehen, die über die Ungleichförmigkeit der Periode. Es ist nämlich die letztere von 1842 bis 1855 weit stärkern Veränderungen unterworfen gewesen als später, und die Vereinigung aller Beobachtungen von Argelander zu einer mittleren Lichtcurve wird daher von dieser Seite einige Schwierigkeit haben, so lange das Gesetz der Veränderlichkeit der Periode nicht genauer bekannt ist als jetzt. Um dazu zu gelangen, ist eine Neuberechnung aller zugänglichen Beobachtungen durch ein gleichmässiges Verfahren fast nothwendig, und hierzu können, wie mir scheint, die Tafeln der §§. 7 und 8 mit Vorthail angewandt werden.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahresbericht des Mannheimer Vereins für Naturkunde](#)

Jahr/Year: 1850

Band/Volume: [16](#)

Autor(en)/Author(s): Schönfeld E.

Artikel/Article: [Der Lichtwechsel des Sterns Algol im Perseus 70-97](#)