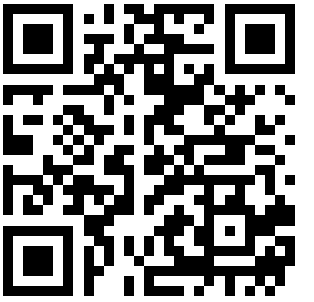
This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google™ books

https://books.google.com





Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

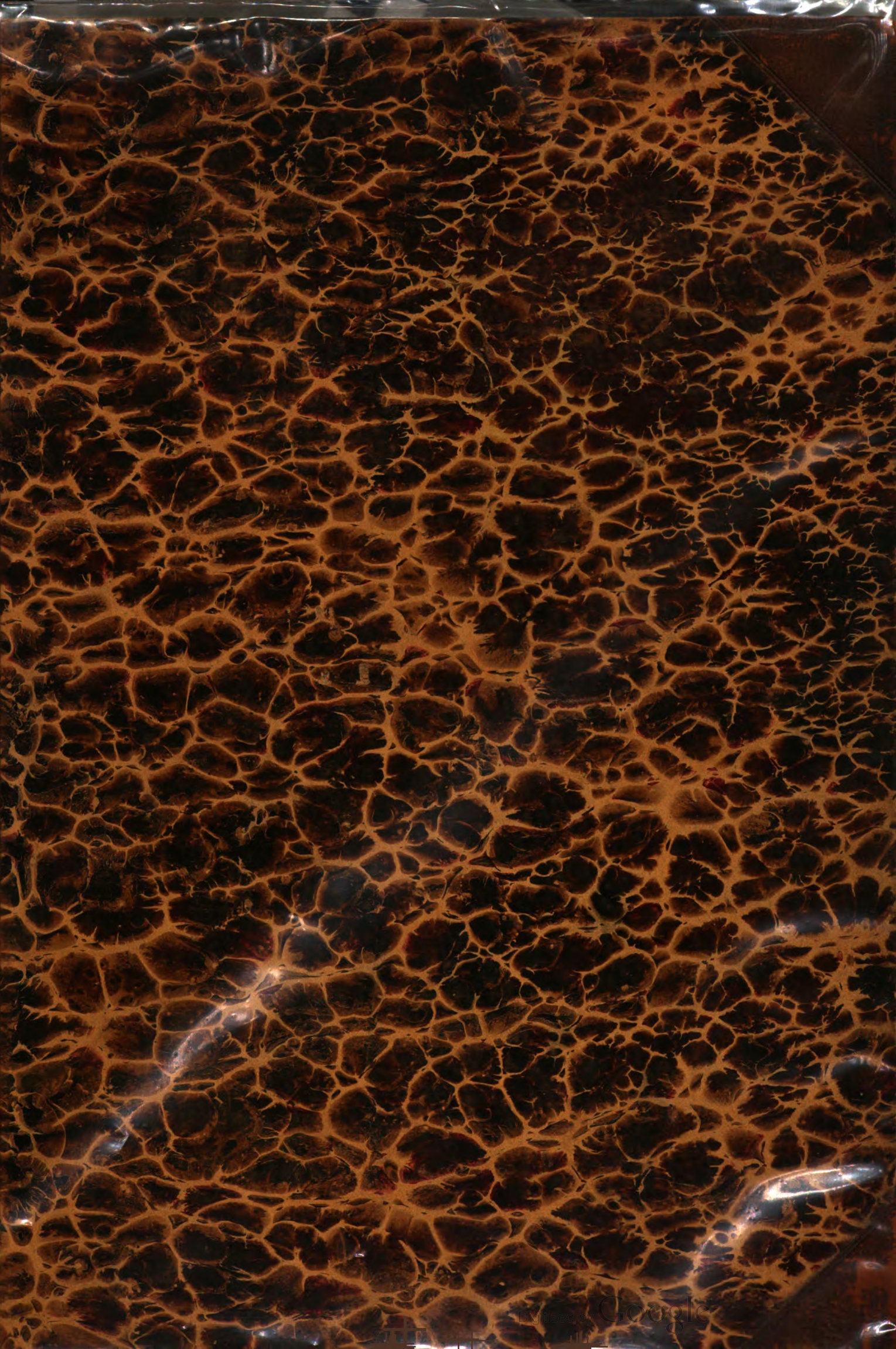
+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.


Digitized by Google

UNIVERSITY OF ILLINOIS
LIBRARY

Class Book Volume
q-5R2.19 P84 7

F 11-20M

Digitized by Google

NOTICE: **Return or renew all Library Materials! The *Minimum* Fee for each Lost Book is $50.00.**

The person charging this material is responsible for its return to the library from which it was withdrawn on or before the **Latest Date** stamped below.

Theft, mutilation, and underlining of books are reasons for disciplinary action and may result in dismissal from the University.
To renew call Telephone Center, 333-8400

UNIVERSITY OF ILLINOIS LIBRARY AT URBANA-CHAMPAIGN

AUG 26 1990

JUN 21 1990

MAY 24 1990

L161—O-1096

Digitized by Google

Digitized by Google

PUBLICATIONEN

DES

ASTROPHYSIKALISCHEN OBSERVATORIUMS

ZU POTSDAM.

HERAUSGEGEBEN VOM DIRECTOR

H. C. VOGEL.

SIEBENTER BAND.

ERSTER THEIL.

POTSDAM, 1892.

IN COMMISSION BEI WILHELM ENGELMANN IN LEIPZIG.

Digitized by Google

Digitized by Google

Der vorliegende Band enthält die Resultate einer Untersuchung über die Eigenbewegung von 51 Sternen im Visionsradius, die ich im Laufe der vier letzten Jahre ausgeführt und zum Abschluss gebracht habe. Die hier wohl zum ersten Male in exacter Weise durchgeführte Realisirung des Gedankens, auf spectroskopischem Wege die Geschwindigkeiten der Sternbewegungen in der Gesichtslinie zu ermitteln, ist gewiss als eine nicht unwesentliche Erweiterung der astronomischen Forschung zu bezeichnen, und es ist dadurch ausserdem ein festes Verbindungsglied zwischen der eigentlichen Astronomie und der Astrophysik geschaffen, welches beide schon so nahe verwandte Wissenschaften nunmehr aufs engste verbunden und eine vielleicht zu befürchtende allmähliche Trennung derselben unmöglich gemacht hat.

Die hohe Bedeutung der Thatsache, die Eigenbewegung im Visionsradius bestimmen zu können — eine für die Astronomie im Bessel'schen Sinne unlösbare Aufgabe — liegt hauptsächlich darin, dass sie es ermöglicht, die auf die Betrachtung der scheinbaren Eigenbewegung der Fixsterne gegründeten Untersuchungen über die Eigenbewegung unserer Sonne und über etwaige gesetzmässige Bewegungen innerhalb unseres Sternsystems zu vervollständigen und zugleich mit irdischem Mass in Verbindung zu bringen. Die grosse Genauigkeit, mit welcher in einzelnen Fällen die in den Visionsradius fallende Geschwindigkeitscomponente gefunden werden kann, eröffnet ferner die Möglichkeit, eine Bestimmung der Sonnenparallaxe auf ganz besonderem Wege vorzunehmen, und was endlich durch die Anwendung des Doppler-Fizeau'schen Princips in Bezug auf die Messung von Bewegungen bei Doppelsternen geleistet zu werden vermag, ist bereits durch die Auffindung einiger enger Doppelsternsysteme bekundet worden.

Allein durch die Anwendung der Photographie ist der erforderliche Genauigkeitsgrad der Beobachtungen zu erzielen gewesen, und aus den in dem folgenden Bande enthaltenen Messungen geht hervor, wie viel schon mit verhältnissmässig geringen optischen Mitteln zu erreichen ist. Leider war es mir in Folge der unzulänglichen Lichtstärke

185460

Digitized by Google

des Instruments nicht möglich, mehr als 51 Sterne zur Beobachtung heranzuziehen, und ich habe aus diesem Grunde einen Versuch, die Bewegung des Sonnensystems im Raume zu ermitteln, an dieser Stelle nicht mitgetheilt. Hoffentlich werde ich in nicht zu langer Zeit über ein mächtigeres Instrument zu verfügen haben und werde dann die Beobachtungen über die Eigenbewegung der Sterne im Visionsradius, die ich zunächst hiermit abgeschlossen habe, wieder aufnehmen können. Um jedoch die Forschung nach der angegebenen Richtung hin von anderer Seite möglichst zu fördern, habe ich es für wichtig gehalten, im folgenden Bande nicht nur die Resultate der Messungen mitzutheilen, sondern die neue spectrographische Beobachtungsmethode auf das eingehendste und genaueste zu beschreiben.

Ich habe den siebenten Band der Publicationen des Astrophysikalischen Observatoriums getheilt, um in den zweiten Theil die eng mit den Bewegungsmessungen in Verbindung stehenden Untersuchungen der Sternspectra selbst aufzunehmen. Die zum Zwecke der Linienverschiebung gemachten Spectralaufnahmen erstrecken sich zwar nur über einen kleinen Theil des Spectrums in der Nähe von G; die meisten Platten enthalten aber eine so grosse Anzahl von Linien auf der kurzen Strecke, dass eine detaillirte Untersuchung der Spectra interessante Resultate zu geben versprach. Mit dieser Arbeit ist Dr. Scheiner betraut, und ihre Vollendung steht in nicht zu langer Zeit in Aussicht.

Ich möchte schliesslich nicht unerwähnt lassen, dass Dr. Scheiner mich bei den Voruntersuchungen und bei den hier mitgetheilten Beobachtungen und Messungen mit grosser Ausdauer und grossem Eifer unterstützt hat, und dass demselben ein nicht unwesentlicher Antheil an der Ausbildung der spectrographischen Methode gebührt.

Potsdam im Mai 1892.

H. C. VOGEL.

Digitized by Google

PUBLICATIONEN

DES

ASTROPHYSIKALISCHEN OBSERVATORIUMS

ZU POTSDAM.

Nr. 25.

SIEBENTEN BANDES ERSTER THEIL.

UNTERSUCHUNG ÜBER DIE EIGENBEWEGUNG DER STERNE IM VISIONSRADIUS AUF SPECTROGRAPHISCHEM WEGE.

VON

H. C. VOGEL.

POTSDAM, 1892.

IN COMMISSION BEI WILHELM ENGELMANN IN LEIPZIG.

Digitized by Google

Digitized by Google

INHALTS-VERZEICHNISS.

Seite

Einleitung 5

Beschreibung des Spectrographen und der Beobachtungsmethode 7

Beobachtungsjournal 26

Beschreibung des Messapparates und der Messmethoden 31

Messungen.

I. Messungen nach der ersten Methode 40

II. Messungen nach der zweiten Methode 71

Reduction der Beobachtungen auf die Sonne 92

Zusammenstellung der Resultate 96

Genauigkeit der Messungen 105

Ermittelung periodischer Geschwindigkeitsänderungen.

I. β Persei 111

II. α Virginis 127

III. β Aurigae 139

IV. ζ Ursae majoris 144

V. β Orionis 146

Verzeichniss der Eigenbewegungen im Visionsradius von 51 Sternen 152

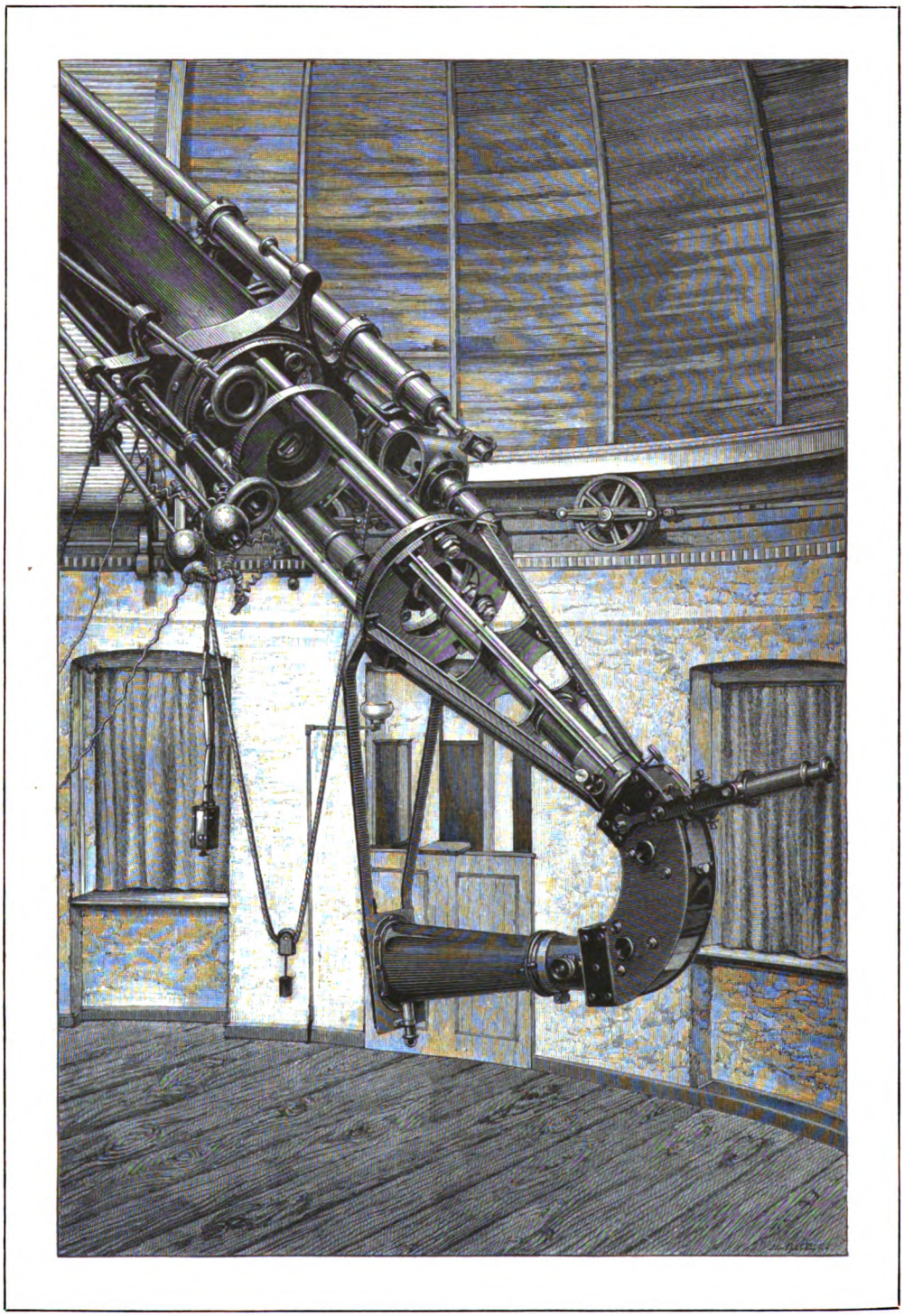
Vergleichung der vorstehenden Resultate mit früheren Beobachtungen 155

Digitized by Google

Digitized by Google

LIBRARY

Digitized by Google



Der Spectrograph in Verbindung mit dem Refractor.

Digitized by Google

Nachdem es mir in Bothkamp im Jahre 1871 gelungen war, die Huggins'schen Beobachtungen über die Bewegung des Sirius im Visionsradius mittelst des Spectroskops zu bestätigen, habe ich stets eine ganz besondere Beachtung dieser hochwichtigen Anwendung des Spectroskops zugewandt und mich in den folgenden Jahren bemüht, auch an anderen Sternen Bewegungen zu ermitteln. Die vielfachen Angriffe gegen die Realität des Doppler'schen Princips überhaupt und besonders gegen die Anwendung desselben zur Bestimmung der Geschwindigkeiten bewegter Lichtquellen gaben mir Veranlassung, auf experimentellem Wege die Richtigkeit der aus der Doppler'schen Theorie gemachten Schlussfolgerungen darzuthun.

Hierher gehören zunächst die Versuche, die Rotation der Sonne mit Hülfe des Spectroskops durch Beobachtung von Punkten am Ost- und Westrande der Sonne zu bestimmen, welche im Jahre 1871 zuerst mit Anwendung eines Zöllner'schen Reversionsspectroskops, später mit einem sehr stark zerstreuenden einfachen Prismenapparate insoweit gelangen, dass unzweifelhaft die Richtung der Bewegung erkannt werden konnte und die gemachten Schätzungen über die Grösse der Bewegung nicht zu erheblich von der aus der Fleckenbewegung abgeleiteten Rotationsdauer der Sonne abwichen. Ferner sind hier anzuführen Bestimmungen der Bewegung von Venus im Visionsradius durch Beobachtungen am Tage mit Benutzung der Linien des Luftspectrums als Vergleichsspectrums, welche in Bezug auf den Sinn der Bewegung in guter Uebereinstimmung mit der Rechnung standen.

Die Messungen der Geschwindigkeit von Randpunkten der Sonne mittelst des Spectroskops habe ich später in Potsdam mit vollkommneren Hülfsmitteln als in Bothkamp wiederholt, die Veröffentlichung dieser Beobachtungen jedoch unterlassen, da inzwischen von anderer Seite, namentlich von Young und Langley, mit noch mächtigeren Instrumenten als den mir zu Gebote stehenden die Sonnenrotation sehr genau ermittelt worden war. In neuester Zeit sind nach dieser Richtung ausgezeichnete Beobachtungen von Cornu, Copeland und Thollon angestellt worden; die ausführlichsten Untersuchungen, die sich zugleich auf die verschiedensten Randpunkte der Sonne beziehen, rühren von Crew und von Dunér her.

Aber nicht nur an der Sonne und an hellen Planeten ist die Richtigkeit der Folgerungen aus dem Doppler'schen Princip nachgewiesen, sondern auch für erheblich stärkere Geschwindigkeiten an Cometen. Ganz besonders geben auch die in der vorliegenden Abhandlung mitgetheilten Beobachtungen eine vorzügliche Stütze für die Richtigkeit des Princips, indem bei denselben der Einfluss der Erdbewegung auf das deutlichste ausgesprochen ist, und es ist trotz einiger nicht gänzlich gehobener Schwierigkeiten rein mathematisch-physikalischer Art innerhalb der engen, von der Natur selbst

Digitized by Google

gegebenen Grenzen das Doppler'sche Gesetz als unumstösslich richtig anzuerkennen. Danach besteht also innerhalb der im Verhältniss zur Lichtgeschwindigkeit geringen Geschwindigkeiten der Sterne eine einfache Proportionalität zwischen Geschwindigkeit und Wellenlängenveränderung der Linien im Spectrum; es werden ferner durch Vergleichung der Lagen der Linien in Sternspectren mit den entsprechenden Linien einer relativ ruhenden Lichtquelle die wahren Geschwindigkeiten des betreffenden Sterns zur Erde oder nach einfacher Reduction zur Sonne gefunden, und es ist im Allgemeinen gleichgültig, in welchem Theile des Spectrums die Messungen ausgeführt werden; auch genügt jederzeit nur die Bestimmung der Verschiebung an einer einzigen Linie, deren Identificirung mit der Linie des Vergleichsspectrums mit Sicherheit nachgewiesen ist.

Ich führe diese Punkte hier besonders an, da über das Doppler'sche Princip und die von Fizeau zuerst gegebene Anwendung desselben zur Bewegungsbestimmung, wahrscheinlich durch die zu weit gehenden und unrichtigen Folgerungen, die Doppler selbst anfänglich in Bezug auf die Farbe der Fixsterne machte, und durch die vielen Streitigkeiten, die sich an das Doppler'sche Princip knüpfen, bedingt, noch bis in die neueste Zeit unrichtige Ansichten ausgesprochen und verbreitet worden sind.

Weitere Ausführungen über das Doppler'sche Gesetz kann ich hier übergehen, da eine erschöpfende historische Zusammenstellung von Dunér in der Abhandlung »Recherches sur la rotation du Soleil« gegeben ist und diejenigen, welche sich eingehender mit der Theorie befassen wollen, in Scheiners »Spectralanalyse der Gestirne«, in welche die wenig bekannten Arbeiten Kettelers über diesen Gegenstand aufgenommen worden sind, die nöthige Anleitung finden.

Was nun die Beobachtung der Linienverschiebung selbst anbelangt, so hatten meine wenigen Beobachtungen an den Spectren hellerer Sterne in Bothkamp unter Berücksichtigung der Nothwendigkeit, die Spectra mit Hülfe einer Cylinderlinse zu verbreitern, und bei der damit verbundenen Lichtschwächung und der selbst bei den stärksten Bewegungen nur sehr geringen Verschiebung der Linien, die sehr grosse Dispersion erheischte, mir die Ueberzeugung aufgedrängt, dass nur durch die Anwendung mächtiger Instrumente auf diesem Gebiete Beobachtungen von wissenschaftlichem Werthe erwartet werden könnten. Die ungenügende Uebereinstimmung der inzwischen in Greenwich in den Beobachtungsplan eingestellten Messungen über die Bewegung von Sternen war nur dazu angethan, mich in meiner Ansicht zu bestärken.

Ich habe trotzdem später in Potsdam noch einmal einen Versuch gemacht, ein zerschnittenes Interferenzgitter bei derartigen Beobachtungen in Anwendung zu bringen. Die Hälften des Gitters wurden so gestellt, dass Spectra derselben Ordnung von rechts und links über einander lagen, bei Vergleichung beider Spectra die der Dispersion entsprechende Verschiebung also die doppelte war. Die Versuche scheiterten aber an der durch die Anwendung der Gitter bedingten Lichtschwäche.

Inzwischen erregten meine Aufmerksamkeit die immer vollkommener werdenden Resultate, die auf dem Harvard College Observatory unter Pickering in der Herstellung von Sternspectren erzielt wurden, und es war nur noch ein zwar geringer, aber bis dahin noch nicht gewagter Schritt nöthig, um eine Zerstreuung zu erreichen, die hinlänglich war, die geringen Verschiebungen von Linien durch Bewegung erkennen zu lassen. Die Anwendung des Objectivprismas, wie in Cambridge, war allerdings ausgeschlossen, da ein Vergleichsspectrum geschaffen werden musste. Meine Erwartungen, dass Instrumente mittlerer Grösse doch noch nach der besprochenen Richtung durch Anwendung der Photographie verwendbar gemacht werden könnten und hierdurch mehr zu erreichen wäre, als durch directe Beobachtungen, wurde schon durch die ersten Aufnahmen insofern bestätigt, als es gelang, bei der vorher berechneten und der Construction des Apparates zu Grunde gelegten Zerstreuung, von der allein brauchbare Resultate erwartet werden konnten, durch eine einstündige Exposition ein hinreichend

Digitized by Google

kräftiges Spectrum zu erhalten. Ueber die weitere Ausbildung der Methode und die schliesslich erreichte Genauigkeit, welche selbst die sehr hoch gestellten Erwartungen übertroffen hat und der mit dem gegenwärtig grössten Instrumente der Welt an den hellsten Sternen bei directen Beobachtungen erhaltenen gleichkommt, werden die folgenden Abschnitte Auskunft geben.

Beschreibung des Spectrographen und der Beobachtungsmethode.

Meine ersten Versuche, auf photographischem Wege Bestimmungen über die Bewegung von Sternen im Visionsradius auszuführen, datiren vom Jahre 1887. Der zu denselben benutzte Apparat war aus Theilen schon vorhandener Instrumente zusammengesetzt und deshalb nur als ein provisorischer zu betrachten. Collimator und Fernrohr, von einem Schröder'schen Spectrometer entnommen, hatten 40^{cm} Brennweite; bei dem Fernrohr war an Stelle des Oculars eine kleine Camera zur Aufnahme einer Cassette angebracht. Camera und Cassette hatte ich aus Holz und Pappe gefertigt, und die Einstellung in die Bildebene des Fernrohrobjectivs war nur — für die ersten Versuche zwar ausreichend — bis auf 1^{mm} sicher auszuführen. Ich erwähne das hier ausdrücklich, da sich später herausgestellt hat, dass eine möglichst exacte Focussirung der Platte von grosser Bedeutung ist. Zwei Rutherfurd'sche Prismen von farblosem Glase mit grosser zerstreuender Kraft, aber nicht tadelloser Ausführung waren mit dem Collimator und dem mit Camera versehenen Fernrohr gemeinsam auf einem starken Eichenholzbrett montirt. Dieses war wieder an einem Eisenring, dessen Ebene senkrecht zur Ebene des Brettes stand, befestigt und konnte an einem am Ocularende des grossen Refractors (30^{cm} Oeffnung) angebrachten Zwischenstück angeschraubt werden, welches aus drei kräftigen Eisenstangen von 54^{cm} Länge, die an den Enden durch eiserne Ringe verbunden waren, bestand. Ein möglichst genaues Zusammenfallen der optischen Axe von Collimator und Refractor wurde dadurch ermöglicht, dass die drei Schrauben, welche den Apparat mit dem Zwischenstück verbanden, mit Muttern und Gegenmuttern versehen waren und so eine Neigung des Apparates gestatteten. Der Collimator liess sich ausserdem in der optischen Axe um mehrere Centimeter bewegen, damit man den Spalt genau in den Brennpunkt des grossen Refractors für Strahlen von der Wellenlänge der für die Untersuchung ausgewählten Spectralgegend bringen oder der Veränderung der Lage des Focus durch Temperatur Rechnung tragen konnte. Diese Bewegung liess sich bis auf 0.1^{mm} genau ausführen.

Bei den ersten Versuchen war der Apparat so justirt, dass die Prismen für die Wasserstofflinie $H\beta$ auf dem Minimum der Ablenkung standen, da ich beabsichtigte, gleichzeitig auch optische Beobachtungen anzustellen und als Vergleichsspectrum das Wasserstoffspectrum zu wählen. Es ergab sich aber, dass die chemische Wirkung in dieser Gegend des Spectrums bei Anwendung gewöhnlicher Gelatineplatten zu schwach war, und es wurde die Justirung dahin geändert, dass bei der Einstellung auf das Minimum der Ablenkung die $H\gamma$-Linie in die Mitte der photographischen Platte fiel. Im Uebrigen habe ich die Vorsichtsmassregeln, die ich schon bei Beschreibung der früher in Bothkamp angestellten Versuche über die Ermittelung der Bewegung der Sterne im Visionsradius angegeben habe, und über die ich weiter unten nochmals ausführlich zu sprechen Gelegenheit nehmen werde, beibehalten. Die Geissler'sche Röhre ist direct in den vom Objectiv kommenden Strahlenkegel gestellt worden, senkrecht zur optischen Axe und senkrecht zur Richtung des Spaltes, von letzterem ca. 40^{cm} entfernt.

Eine Vorrichtung, den Stern während der Beobachtung in dem Spalt des Spectroskops zu halten, die darin besteht, das Reflexbild des Spaltes an der vorderen Fläche des ersten Prismas durch ein kleines Fernrohr zu beobachten, ist meines Wissens bisher noch nicht angewandt worden und

Digitized by Google

scheint mir von allen hierzu bisher erdachten Einrichtungen die grössten Vortheile zu gewähren. Der Spalt, durch das Licht der Geissler'schen Röhre erhellt, erschien in diesem kleinen Fernrohr als feine leuchtende Linie mit dem Stern in der Mitte, der mit Hülfe der Feinstellung am Refractor leicht in seiner Stellung erhalten werden konnte. Eine Cylinderlinse ist nicht zur Anwendung gekommen, da bei der Parallelstellung des Spaltes zur täglichen Bewegung eine geringe Verbreiterung des linienförmigen Spectrums schon durch die kleinen Schwankungen im Gange des Uhrwerks hervorgebracht wurde. Stärkere Verbreiterung wurde leicht durch eine Veränderung am Uhrwerk, so dass das Fernrohr der Bewegung der Sterne nicht mehr streng folgte, bewirkt. Die Spaltweite betrug etwa $0.^{mm}03$, entsprechend einem Bogenwerthe von 15″ für das Collimatorobjectiv und 1″.1 für das Objectiv des Refractors; sie ist nur selten verändert worden. Ueber den Massstab der Photographien sei erwähnt, dass einem Unterschiede von 1 $\mu\mu$ Wellenlänge*) in der Nähe der $H\gamma$-Linie eine Strecke von $0.^{mm}72$ entsprach.

Mit diesem provisorischen Apparate sind nun von Dr. Scheiner und mir eine Reihe von Aufnahmen der Spectra von Sirius, Procyon, Castor, Arcturus, Aldebaran, Pollux und Rigel gemacht worden, die deutlich zu erkennen gaben, dass in Bezug auf Genauigkeit sehr viel von der spectrographischen Methode zu erwarten stand, und mich veranlassten, eine kurze Mittheilung über die Methode und über die erhaltenen Resultate zu geben, welche in den Sitzungsberichten der Akademie der Wissenschaften zu Berlin vom 15. März 1888 zum Abdruck gelangte. Gleichzeitig war aber aus diesen Beobachtungen zu erkennen, dass mit einem besser ausgeführten Apparate eine beträchtliche Steigerung der Leistungen zu erwarten stand.

Mein Bestreben war deshalb zunächst auf Vervollkommnung des Apparates gerichtet. Das Observatorium besitzt ein vorzügliches Gitter von Rowland, und es lag der Gedanke nahe, dasselbe anstatt der Prismen zu dem vorliegenden Zweck zu verwenden. Ein Fernrohr von 1^m Brennweite wurde zu den Vorversuchen benutzt. Es war die Einrichtung getroffen worden, das Collimatorobjectiv gleichzeitig als Cameraobjectiv zu benutzen, die von dem Gitter kommenden Strahlen also wieder durch dasselbe Objectiv zu leiten, und durch eine geringe Neigung der Gitterebene gegen die optische Axe zu bewirken, dass die photographische Platte dicht unter dem Spalt angebracht werden konnte. Die Schwächung des Lichtes war jedoch zu beträchtlich, so dass nur die hellsten Sterne hätten zur Beobachtung zugezogen werden können, und ich bin daher wieder zur Anwendung von Prismen zurückgekehrt.

Bei der Construction des neuen Apparates, mit welchem die nachstehenden Beobachtungen ausgeführt wurden, waren in erster Linie folgende Punkte zu berücksichtigen: grosse Stabilität; möglichste Leichtigkeit, um den Refractor nicht zu sehr zu belasten; geeignete Dimensionen für Prismen, Collimator- und Cameraobjectiv, um bei möglichst starker Dispersion noch genügende Lichtstärke zu behalten; sichere Einstellung der photographischen Platte in die Bildebene des Cameraobjectivs; sicheres Festhalten des Sternbildes auf dem Spalt des Spectrographen. Den beiden ersten Forderungen bin ich bestrebt gewesen dadurch nachzukommen, dass ich das Gestell aus Gussstahl anfertigen liess und demselben eine Form gab, die gegen Durchbiegung möglichst grossen Widerstand bot. Bei der Wahl der Prismen und der Objective waren die an dem provisorischen Apparate gemachten Erfahrungen von grossem Werthe. Ich hatte bei diesem Apparate schon sehr nahe die günstigsten Verhältnisse getroffen, so dass eine wesentliche Abweichung von den früher gewählten Dimensionen nicht erforderlich erschien. Eine Vergrösserung der Focallänge des Collimatorobjectivs würde wohl den Vortheil grösserer Lichtstärke bei gleicher Schärfe der Bilder gebracht haben,

*) Ich wende hier und im Folgenden die Bezeichnung $\mu\mu$ für Milliontel Millimeter an.

Digitized by Google

da dann der Spalt bei gleichem Winkelwerthe entsprechend weiter hätte geöffnet werden können; aber eine Vergrösserung der Brennweite hätte auch eine grössere Oeffnung des Collimatorobjectivs und eine damit in starkem Verhältniss wachsende Vergrösserung der Prismen bedingt, während andererseits das Verhältniss zwischen Objectivöffnung und Brennweite des grossen Fernrohrs, mit welchem der Spectralapparat in Verbindung gebracht wird, auch für das Collimatorobjectiv bestimmend ist. Abgesehen von der nicht unerheblichen Vermehrung des Gewichtes des Apparates würde eine Lichtschwächung in Folge des längeren Weges der Lichtstrahlen durch die grössere Glasmasse hervorgebracht werden, welchem Nachtheile man zwar durch längere Exposition entgegenwirken könnte; indessen hatte sich im Laufe der Vorversuche bereits herausgestellt, dass eine Expositionsdauer von mehr als einer Stunde nicht vortheilhaft ist, indem Temperaturänderungen des Apparates während der Exposition einen schädlichen Einfluss auf die Schärfe der Bilder ausüben. Aus diesem Grunde schien auch eine Vergrösserung der Brennweite des Cameraobjectivs nicht geboten. Zu den Prismen wurde möglichst farbloses Glas verwendet; die Objective wurden so dünn als möglich geschliffen und für die Strahlen *F* bis *H* achromatisirt. Die Camera besteht aus dünnem Stahlblech; die Cassetten sind aus Messing gefertigt und werden fest mit der Camera verbunden. Die Einstellung der photographischen Schicht in die Bildebene des Objectivs geschieht nur durch Veränderung der Stellung des Objectivs gegen die Platte und kann bis auf Bruchtheile eines Millimeters genau ausgeführt werden.

Die schon bei den ersten Versuchen angewandte Methode, das Bild des Sternes während der Exposition auf dem Spalte zu halten, hatte sich so vortrefflich bewährt, dass kein Bedürfniss für eine andere Einrichtung vorlag. Um auch das Spectrum während der Exposition zu controliren, habe ich noch auf Vorschlag von Dr. Scheiner in der Camera ein kleines Prisma anbringen lassen, durch welches ein Theil des Spectrums (Grün) nach aussen reflectirt wird und durch ein Ocular beobachtet werden kann.

Ich gebe im Nachstehenden noch eine detaillirtere Beschreibung mit Benutzung der beistehenden schematischen Darstellung des nach diesen Gesichtspunkten ausgeführten Apparates.

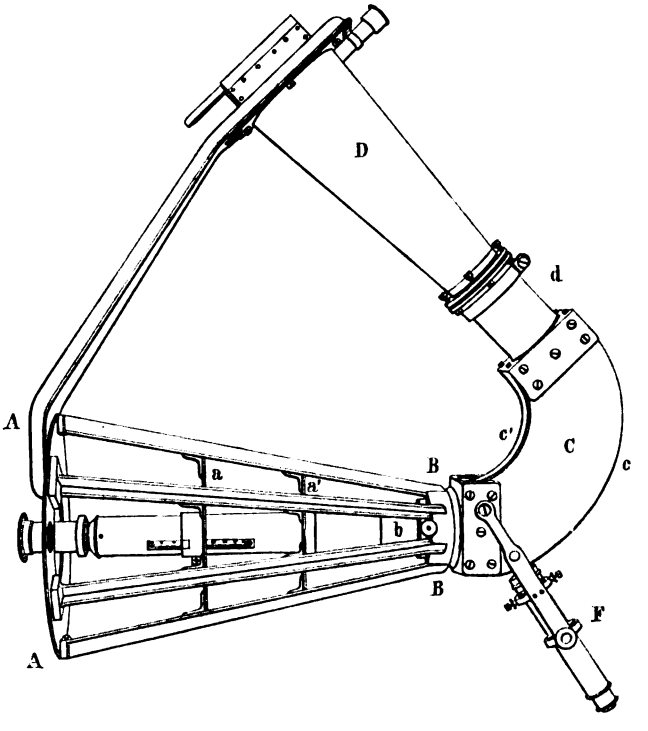


Fig. 1.

Auf einem Ringe von Stahlblech *A* von 25^{cm} äusserem und 12^{cm} innerem Durchmesser sind sechs Streben von Gussstahl mit T-förmigem Querschnitt aufgenietet, welche conisch zulaufen und mit einem starken Ringe *B* aus Rothguss fest verbunden sind. Die Entfernung von *A* nach *B* beträgt 40^{cm}. Zwei Teller aus Stahlblech *a* und *a'*, in der Mitte durchbohrt, sind an dem umgebogenen Rande mit den Streben vernietet; in ihnen sind cylindrische Hülsen (Lager) eingeschraubt, in welchen sich das Collimatorrohr (Messing) in der Richtung der Längsaxe mittelst Trieb- und Zahnstange verschieben lässt, und welche sehr wesentlich zur Versteifung des Ganzen beitragen. Die Stellung des Collimators kann bis auf $\overset{mm}{0.1}$ genau

Digitized by Google

abgelesen werden. Ueber das Objectivende des Collimators ist ein zum Lichtabschluss dienendes Rohrstück *b* aufgesteckt, welches sich so weit zurückschieben lässt, dass man zum Collimatorobjectiv gelangen kann, um dasselbe zu reinigen, oder um vor demselben eine Centrirvorrichtung anzubringen. Mit dem Ringe *B* ist das aus Stahlblech gearbeitete Prismengehäuse *C* verbunden; es ist mit dünnen gebogenen Messingblechplatten *c* und *c'* lichtdicht abgeschlossen. Am anderen Ende des Prismengehäuses, fest mit demselben verbunden, befindet sich ein Messingcylinder *d*, in welchem sich das Cameraobjectiv ebenfalls durch Trieb- und Zahnstange um ein Centimeter hin und her bewegen lässt; diese Bewegung kann an einer Trommel abgelesen werden und gestattet eine sehr genaue Einstellung des Objectivs. Am Ende des Messingcylinders *d* befindet sich ein Flantsch; die mit einem gleichgrossen Flantsch versehene Camera *D* ist mit dem Stück *d* durch drei Druck- und Zugschrauben, welche durch die Flantsche gehen, verbunden, und hierdurch wird eine Centrirung der Camera gegen die optische Axe des Objectivs ermöglicht. Die aus dünnem Stahlblech gefertigte Camera ist conisch mit elliptischem Querschnitt. Um diesem Theile die nöthige Stabilität zu geben, sind am anderen Ende der Camera, welche durch eine Platte verschlossen ist, die einen Rahmen zur Aufnahme der Cassetten trägt, zwei Träger von Gussstahl mit T-förmigem Querschnitt befestigt, welche wiederum mit der erstgenannten Stahlblechplatte *A* nach erfolgter Justirung der Camera fest verbunden worden sind. Der ganze Apparat bildet so ein in sich geschlossenes Ganze, und seine Stabilität ist eine ausserordentlich grosse; es ist an keinem Theile eine grössere Veränderung möglich. Die Prismen wurden, nachdem sie auf das Minimum der Ablenkung für $H\gamma$ gestellt waren, durch mehrere Schrauben in dem Gehäuse befestigt; die Camera ist so justirt, dass in der Mitte der photographischen Platte die $H\gamma$-Linie sich abbildet; nur Collimatorrohr und Cameraobjectiv lassen sich bewegen. Allein durch diese Beschränkung der Anwendbarkeit des Apparates liess es sich ermöglichen, demselben die erforderliche Unveränderlichkeit in allen Lagen, die er bei den verschiedenen Stellungen des Refractors einnehmen muss, zu geben, und den Beobachtungen jenen hohen Grad von Sicherheit zu verleihen.

Der Spalt ist ganz einfach construirt; die Backen sind aus Stahl gefertigt, und nur die eine derselben lässt sich mittelst einer feinen Schraube bewegen. Da Stern- und Vergleichsspectrum bei derselben Spaltöffnung aufgenommen werden, wäre eine gleichzeitige Bewegung beider Spaltbacken eine überflüssige Complication gewesen. Die Schraube zum Oeffnen des Spaltes ist mit getheiltem Kopf versehen, und es ist anfänglich vor jeder Beobachtung die Spaltstellung abgelesen, eventuell je nach der Helligkeit des Objects verändert worden. Es hat sich aber im Laufe der Zeit herausgestellt, dass es vortheilhaft ist, den Spalt so wenig als möglich zu berühren, und so ist denn ein halbes Jahr und länger keine Veränderung an demselben vorgenommen worden. Der Spalt hat eine Höhe von 10^{mm}, was bei der Aufsuchung der Sterne sehr angenehm ist. Durch eine einfache Metallscheibe mit rectangulärem Ausschnitt, die vor dem Spalt drehbar angebracht ist, lässt sich diese Höhe bis auf 2^{mm} verringern. Spätere Beobachtungen haben es wünschenswerth erscheinen lassen, auch zeitweilig die Mitte des Spaltes verdecken zu können; ich habe daher vor dem Spalt eine Scheibe anbringen lassen, welche verschiedenartige Abdeckungen desselben ermöglicht. Aus der beistehenden Abbildung in natürlicher Grösse ist die Vorrichtung zu ersehen. Die Oeffnung *a* ist von der ganzen Höhe des Spaltes, durch *b* wird die Spalthöhe auf 2^{mm} reducirt; *c* und *d* sind Oeffnungen mit verschieden breiten Stegen, durch welche die Mitte des Spaltes verdeckt wird; *e* endlich ist eine kreisrunde Oeffnung, die bei der Justirung des Apparates Verwendung findet.

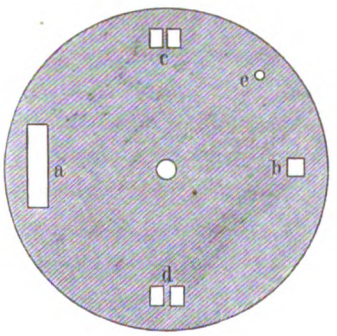


Fig. 2.

Digitized by Google

Die Scheibe schleift dicht auf den Spaltbacken, und die verschiedenen Stellungen derselben werden durch Einschnappen einer Feder in entsprechende Kerben der Peripherie der Scheibe markirt.

Der Spalt ist bei mittlerer Temperatur in die Focalebene des Collimatorobjectivs für violette Strahlen eingestellt und in dieser Stellung unveränderlich befestigt worden. Diese Einstellung geschah dadurch, dass durch den etwas weit geöffneten Spalt hindurch mit einem kräftigen mit blauem Glase versehenen Oculare helle Sterne beobachtet wurden. Spalt und Ocular wurden so lange verschoben, bis die Spaltkanten und das Bild des Sternes gleichzeitig scharf erschienen. Ich habe es für vortheilhaft gehalten, den Einfluss der durch Temperatur hervorgebrachten Focusänderung, die überdies bei einem Messingrohr äusserst gering ist, nur durch Veränderung der Stellung des Cameraobjectivs auszugleichen. Die Justirung der Spaltmitte auf die Axe des Collimators ist von Seiten des Mechanikers auf der Drehbank mit grösster Sorgfalt ausgeführt worden; bei neueren Apparaten habe ich jedoch die Einrichtung treffen lassen, dass der Spalt gedreht und in jeder Lage sicher festgestellt werden kann, eine Einrichtung, die bei der Justirung des Apparates, besonders bei der Berichtigung der Prismen, angenehm ist, und welche die Stabilität in keiner Weise beeinträchtigen kann.

Das Collimatorobjectiv hat eine Brennweite von 408^{mm} und eine Oeffnung von 34^{mm}. Ich habe absichtlich das Verhältniss von Objectivöffnung zur Brennweite beträchtlich grösser genommen, als es für den grossen Refractor, mit welchem der Spectrograph in Verbindung gebracht worden ist, erforderlich war, um sicher zu sein, alle vom Objectiv des Refractors kommende Strahlen durch den Spectralapparat zu leiten, damit eine besondere Form von Geissler'schen Röhren in Anwendung gebracht werden konnte, die ich weiter unten beschreiben werde; auch schien es vortheilhaft, den Apparat, der möglicherweise einmal mit einem anderen, grösseren Fernrohr in Verbindung gebracht wird, nicht lediglich für das etwas ungewöhnliche Brennweitenverhältniss des grossen Refractors (1 : 18) einzurichten.

Das Cameraobjectiv hat dieselben Dimensionen wie das Objectiv des Collimators; beide Objective sind, wie schon erwähnt, für die chemisch wirksamen Strahlen achromatisirt und, der geringeren Absorption wegen, so dünn als möglich hergestellt.

Die Vorarbeiten mit dem provisorischen Apparate hatten ergeben, dass zwei Rutherfurd'sche Prismen eine für den beabsichtigten Zweck hinreichend grosse Zerstreuung besitzen. Die Construction der definitiv zu verwendenden Prismen ist von dieser Annahme geleitet worden, und es erübrigte nur, nochmals die Verhältnisse: Vermehrung der Zerstreuung durch die Wahl der Glassorte und des brechenden Winkels für das Flintglasprisma und Verlust durch Reflexion bei schrägerem Einfallen der Lichtstrahlen auf die Prismen genau abzuwägen. Die zur Anwendung gekommenen Glassorten und Winkelverhältnisse haben sich so vorzüglich bewährt, dass ich mir keinen wesentlichen Vortheil von einer anderen Combination versprechen kann.

Flintglas (Jena O.102)	$n_{H\gamma} = 1.6744$, sehr wenig gefärbt
Crownglas (Jena O.144)	$n_{H\gamma} = 1.5201$
Brechender Winkel des Flintglasprismas	94° 32.′3
» » » Crownglasprismas	18 30.0
Gesammtwinkel des zusammenges. Prismas	57 32.3
Einfallswinkel für $H\gamma$	62 0.0
Ablenkung für $H\gamma$	66 28.0
Dispersion F bis H_1	ca. 4° 40′.

Beide Prismen sind vollkommen gleich; ihre Höhe (Länge der brechenden Kante) beträgt 35^{mm}, ihre Breite (Senkrechte vom brechenden Winkel des Flintglasprismas zur Basis) 45^{mm}. Die

Digitized by Google

Prismen sind hart verkittet worden, da ich bei weicher Kittung Veränderungen bei den sehr verschiedenen Lagen, welche das Instrument zum Horizont einnimmt, befürchtete; dadurch sind andererseits Spannungen nicht zu vermeiden gewesen, die bei niedriger Temperatur eine Deformation der dünnen, keilförmig auslaufenden Compensationsprismen an den äussersten Kanten bedingen. Da die Prismen in Bezug auf das auffallende Strahlenbündel jedoch reichlich gross bemessen sind, machen sich solche Deformationen erst bei Temperaturen unter — 5° bemerkbar. Die Prismen sind zwischen zwei starke Messingplatten mit elastischer Zwischenlage eingespannt, und diese Messingplatten sind nach der Justirung der Prismen und Einstellung auf das Minimum der Ablenkung für $H\gamma$ mit dem Prismengehäuse verschraubt worden.

Das kleine Fernrohr F (Fig. 1), durch welches, von der ersten Prismenfläche reflectirt, Spalt und der zu beobachtende Stern betrachtet werden, hat 19^{cm} Focallänge; es ist am Prismengehäuse befestigt, und die Beobachtung geschieht durch eine Oeffnung in der das Prismengehäuse abschliessenden Blechplatte c, welche, um Staub abzuhalten, durch einen Schieber verschlossen werden kann.

Die Cassetten sind, wie schon erwähnt, ganz aus Messing gearbeitet; sie werden in einen am unteren Ende der Camera befindlichen Rahmen eingeschoben und durch eine Feder festgehalten. Die Plattengrösse ist 80^{mm} zu 15^{mm}.

Der hier beschriebene Apparat ist in ausgezeichneter Weise ausgeführt worden, und zwar der mechanische Theil von Herrn Mechanikus O. Töpfer in Potsdam, der optische in der Werkstatt des Herrn Dr. A. Steinheil in München.

Die Verbindung des Spectrographen mit dem Refractor geschieht durch dasselbe Zwischenstück, welches auch zur Befestigung des provisorischen Apparates gedient hatte. Die Stahlplatte A des Spectrographen ist an drei Stellen mit ovalen Löchern versehen, durch welche die Enden der drei mit Schraubengewinden versehenen Eisenstangen des Zwischenstückes treten und mit Muttern und Gegenmuttern die Grundplatte A des Spectrographen festhalten. Durch diese Befestigungsweise ist eine Einstellung der Collimatoraxe in die Verlängerung der optischen Axe des Refractors leicht auszuführen. Die Löcher in der Grundplatte gestatten eine geringe Drehung des Apparates, um die Spaltrichtung genau in die Richtung der täglichen Bewegung zu bringen.

Nähere Details in der Ausführung des Apparates, die hier nicht berührt sind, da ihnen keine besondere Bedeutung beizumessen ist, sind aus dem auf dem Titelblatte gegebenen, nach einer Photographie angefertigten Holzschnitte deutlich zu erkennen. Es sei schliesslich noch erwähnt, dass in Folge der vielfachen Verwendung von Stahl bei der Construction des Apparates, derselbe nur das verhältnissmässig sehr geringe Gewicht von 12 kg besitzt.

Die Stellung des Spaltes des Spectrographen in Bezug auf die tägliche Bewegung ist im Allgemeinen für die Beobachtung selbst gleichgültig; ich habe es jedoch schon bei meinen ersten spectralanalytischen Untersuchungen an Sternen für vortheilhaft gefunden, den Spalt parallel zur täglichen Bewegung zu stellen und nicht senkrecht, wie es noch heutigen Tags viele Beobachter zu thun pflegen, da in letzterem Falle durch kleine Schwankungen im Uhrwerk das Sternbild oft gänzlich aus dem Spalt gebracht wird und aufs Neue gesucht werden muss, während im anderen Falle das Spectrum nur etwas aus der Mitte des Gesichtsfeldes rückt und leicht wieder zur Mitte zurückgeführt werden kann. Für die spectrographischen Beobachtungen würde ein Senkrechtstellen des Spaltes auf die Richtung der täglichen Bewegung sehr unvortheilhaft sein, indem man die Verbreiterung der Spectra durch Bewegung des Instrumentes in Declination mit der Hand ausführen müsste, während man im anderen Falle durch das entsprechend regulirte Uhrwerk ein Mittel besitzt, auf sehr leichte Weise die feinen linienartigen Spectra gleichmässig an einander zu reihen. Die Erfahrung hat gelehrt, dass es vortheilhaft ist, bei hellen Sternen, deren Spectrum eine starke Verbreiterung zulässt, das Uhrwerk so

Digitized by Google

beträchtlich von der täglichen Bewegung abweichen zu lassen, dass ein Zurückführen des Spectrums auf die erste Stellung etwa alle 5 Minuten erfolgen muss. Auf diese Weise sind Spectra bis zu $1.^{mm}5$ Breite erhalten worden, die gänzlich ohne Längslinien waren. Weitere Erfahrungen haben gezeigt, dass eine Breite der Spectra von $0.^{mm}2$ bis $0.^{mm}3$ die günstigste für spätere Ausmessungen ist.

Die Einstellung des Spaltes parallel der Richtung der täglichen Bewegung ist durch Beobachtung des oberen oder unteren Sonnenrandes ausgeführt und dann noch weiter an Sternen geprüft worden. Zu dem Zwecke wurde an Stelle der Cassette ein Ocular angebracht, welches eine directe Beobachtung des Spectrums gestattete; für Beobachtungen an Sternen ist auch das erwähnte Fernrohr (Fig. 1), welches zum Halten des Sternbildchens auf dem Spalte dient, ohne Weiteres zu verwenden.

Wichtig, um den ganzen vom Objectiv des Refractors kommenden Strahlenkegel aufzufangen und möglichst genau durch die Mitte der Prismen zu leiten, ist die Einstellung des Collimatorrohres in die Verlängerung der optischen Axe des Refractors. Zur Ausführung dieser Correction wird das Objectiv des Refractors stark (auf 6 Zoll) abgeblendet und auf das Objectiv des Collimators ein Ring aufgesetzt, welcher eine matte Glasscheibe trägt, in die concentrische Ringe eingeätzt sind. Der Spalt wird bis auf einige Zehntel Millimeter geöffnet und seine Höhe so verändert, dass an Stelle des Spaltes eine kleine quadratische Oeffnung genau in der optischen Axe des Collimators entsteht. Bei der neuesten Anordnung des Apparates wird vor dem etwas weiter geöffneten Spalte die kleine kreisförmige Oeffnung in der vor dem Spalt angebrachten, auf Seite 10 beschriebenen Scheibe benutzt. Das Fernrohr wird auf den Mittelpunkt der Sonnenscheibe gerichtet, und es entsteht dann auf der matten Glasplatte hinter dem Collimatorobjectiv ein runder heller Fleck, der mit Hülfe der Justirungsschrauben und der concentrischen Ringe genau in die Mitte der Scheibe gebracht wird. Die richtige Stellung des Collimators wurde in der ersten Zeit der Beobachtungen häufig controllirt; es hat jedoch nur einmal in dem Zeitraum von drei Jahren eine kleine Veränderung durch ein etwas stärkeres Nachziehen einer Schraube ausgeführt werden müssen. In der letzten Zeit ist die Controlle seltener vorgenommen worden, da sich keine weiteren Veränderungen gezeigt haben.

Die Einstellung des Spaltes in den Vereinigungspunkt für die Strahlen von der Wellenlänge $H\gamma$ ist für eine erste Annäherung durch Beobachtungen des Ost- oder Westrandes der Sonne ausgeführt worden; der Spalt stand radial, und durch Bewegung des Collimators in der Längsrichtung wurde derjenige Punkt aufgesucht, bei welchem in der Nähe der $H\gamma$-Linie das Spectrum vom Sonnenrande scharf begrenzt erschien. Eine feinere Correction geschah sodann durch photographische Aufnahmen des Spectrums eines hellen Sternes, der so genau als möglich an einer Stelle des Spalts gehalten wurde, um das Spectrum möglichst linear zu bekommen, indem ähnlich wie nach der früher*) von mir angegebenen Methode, die relative Lage der Vereinigungspunkte für verschiedene Strahlen bei einem Objectiv zu finden, die schmalste Stelle in dem Spectrum des Sternes aufgesucht wurde. Eine derartige Beobachtung giebt sofort den Sinn, in welchem der Spalt in der Richtung der optischen Axe des Fernrohres zu verschieben ist, eine zweite die Grösse der Verschiebung aus der Differenz der Ablesung an der Scala bei jeder Aufnahme. Die so ermittelte Stellung des Collimators gilt nur für eine bestimmte Temperatur; aus vielen Versuchen ist die weiter unten folgende Tabelle abgeleitet worden, nach welcher für jeden Temperaturgrad die Einstellung des Spaltes zu erfolgen hat. An dem Spectrographen ist zu diesem Zwecke ein Thermometer angebracht.

Es ist nun eine sehr wichtige Frage, ob durch eine nicht genaue Einstellung des Spaltes in den Vereinigungspunkt der Strahlen von der Wellenlänge $H\gamma$ eine Verschiebung zwischen einer in

*) Monatsberichte d. k. Akad. d. Wiss. zu Berlin. — 29. April 1880.

Digitized by Google

der Nähe der $H\gamma$-Linie befindlichen Linie in dem Vergleichsspectrum, z. B. der künstlich erzeugten Wasserstofflinie $H\gamma$ selbst, und der entsprechenden Linie im Stern eintreten kann. Geht man von der Annahme aus, dass der Spalt vollkommen zur Lichtquelle wird, so werden die Strahlen, gleichviel, ob man sich an der Einschnürungsstelle des Spectrums befindet oder nicht, immer parallel aus dem Collimatorobjectiv austreten, vorausgesetzt, dass der Spalt genau im Brennpunkt des Collimatorobjectivs sich befindet, und es ist keine Verschiebung denkbar; das Spectrum wird nur mehr oder weniger breit und dem entsprechend intensiv sein. Die Voraussetzung, dass der Spalt vollkommen zur Lichtquelle wird, ist aber nur dann zutreffend, wenn derselbe sehr eng ist, und wenn das Brennpunktsbild des Sternes den Spalt vollkommen ausfüllt. Die letztere Annahme ist ohne Weiteres gestattet, denn die Spaltweite hat bei allen Aufnahmen $\overset{mm}{0.02}$, höchstens $\overset{mm}{0.03}$ betragen, ist also jedenfalls geringer als der Durchmesser des Brennpunktbildes für eine Strahlengattung bei einem Sterne von mehr als 3. Grösse gewesen. Bei der angewandten Spaltweite ist jedoch die Annahme berechtigt, dass nur ein Theil der Strahlen durch Beugung an den Kanten des Spaltes abgelenkt wird, ein anderer Theil aber ungehindert von dem Vereinigungspunkt der Strahlen, der vor oder hinter dem Spalt gelegen sein mag, auf die Collimatorlinse fällt, in Folge dessen nicht parallel austreten wird und daher auch nach dem Durchgange durch die Prismen nicht mit dem Vereinigungspunkt der in normaler Weise vom Spalt ausgehenden und vom Cameraobjectiv wieder vereinigten Strahlen zusammentreffen kann. Die Güte des Bildes der auf der photographischen Platte entstehenden Spectrallinie wird also entschieden beeinträchtigt, wenn der Spalt nicht genau in dem Brennpunkt des Refractorobjectivs für die zur Abbildung gelangenden Strahlen sich befindet, und zwar wird sich das Intensitätsmaximum der Linie innerhalb der durch die Spaltweite bedingten Breite der Linie verschieben können, da, wie ich weiter unten zeigen werde, Strahlen, die nicht genau in der Brennfläche des Cameraobjectivs vereinigt werden, im Allgemeinen ein asymmetrisch verwaschenes Bild geben. Da Collimator- und Cameraobjectiv gleiche Brennweite haben, kann eine feine Spectrallinie auch bei unrichtiger Einstellung des Spaltes in Bezug auf den Brennpunkt des Refractors überhaupt nicht wesentlich breiter werden als die Spaltweite. Thatsächlich scheint nun bei der angewandten geringen Spaltöffnung nur ein sehr kleiner Theil der Strahlen in nicht normaler Weise auf das Collimatorobjectiv zu gelangen, und infolge dessen werden die Veränderungen der Spectrallinien nur sehr gering sein; denn alle Versuche, die durch Aufnahmen von α Aurigae und von Venus angestellt worden sind, um den Einfluss unrichtiger Spaltstellung zu ermitteln, haben zu keinem bestimmten Resultate geführt und nur so viel ergeben, dass die in der Ermittelung der genauen Schnittpunkte der Strahlen $H\gamma$ verbleibende Unsicherheit keinen Einfluss auf die Bewegungsbestimmung von Gestirnen im Visionsradius auszuüben vermag, der einem Betrage von über 0.1 geogr. Meilen entspräche. Die Beobachtungen wurden durch kurz auf einander folgende Aufnahmen desselben Objects einmal bei der der Temperatur entsprechenden Einstellung und dann bei den um $\pm 5^{mm}$ veränderten Stellungen des Collimatorrohres ausgeführt. Der Einfluss einer nicht ganz richtigen Spalteinstellung wird übrigens, wenn er sich überhaupt bemerkbar macht, wie ein zufälliger Fehler der Beobachtung wirken.

Es dürfte sich empfehlen, besonders bei einem grösseren Instrumente die Einstellung nicht nur nach Temperaturangaben des Thermometers am Spectrographen zu bestimmen, sondern auch mit Berücksichtigung eines zweiten, am Objectivende befindlichen Thermometers. Bei den hiesigen Beobachtungen ist die äussere Lufttemperatur immer in Rücksicht gezogen worden, indem die Einstellung erfolgte mit der Ueberlegung, ob während der Exposition eine grössere oder geringere Abnahme der Temperatur zu erwarten sei.

Die Einstellung der photographischen Platte in den Focus des Cameraobjectivs ist aus zahlreichen Aufnahmen des Sonnenspectrums bei verschiedenen Stellungen des Objectivs

Digitized by Google

ermittelt worden. Es wurde der Punkt aufgesucht, bei welchem die Bilder in der Nähe von $H\gamma$ am schärfsten erschienen. Anfänglich glaubte ich, das Cameraobjectiv unverändert in dieser Lage stehen lassen zu können, indem ich die Aenderungen der Brennweite von Collimator- und Cameraobjectiv durch Temperatur für zu gering hielt, um einen wesentlichen Einfluss auf die Bildschärfe ausüben zu können. Infolge dessen sind sämmtliche im October und Anfang November 1888 ausgeführte Spectralaufnahmen bei unveränderter Stellung des Cameraobjectivs erhalten worden. Ende November, als eine stärkere Temperaturabnahme eintrat, zeigte sich jedoch sehr deutlich der Einfluss der Temperatur, besonders auch an der $H\gamma$-Linie in dem künstlich erzeugten Wasserstoffspectrum, die einseitig etwas verwaschen erschien. Diese Erscheinung wurde zuerst auf Veränderungen in den Metalltheilen des Apparates während der Exposition geschoben, unter der Voraussetzung, dass bei der geringeren Aussentemperatur die Erwärmung des Apparates durch den Beobachter stärkeren Einfluss gewinnen könne. Viele Versuche, mit künstlicher Erwärmung des Apparates, führten jedoch zu der Erkenntniss, dass es hauptsächlich die Einwirkung der Temperatur auf die optischen Theile des Apparates war, welche jene geringe Unschärfe der Bilder hervorbrachte. Weitere Untersuchungen zeigten nun, dass es von Wichtigkeit für die Erreichung sicherer Messungen ist, die Focaleinstellung mit genauer Beachtung der Temperatur auszuführen, indem bei unrichtiger Einstellung sogar Doppellinien entstehen können, die ohne Weiteres zu einer ganz falschen Auffassung der Linien und zu unrichtigen Messungsresultaten führen würden.

Ich will die hier in Frage kommenden Verhältnisse etwas näher besprechen, um ihre Bedeutung besser hervortreten zu lassen.

Das vom Collimator durch die Prismen gesandte Strahlenbündel wird, unter sich parallel, je nach der Wellenlänge mehr oder weniger schräg das Cameraobjectiv treffen und von diesem in der Brennfläche zu einer Linie, der Höhe des Spaltes entsprechend, vereinigt werden. Zu der gekrümmten Brennfläche wird die photographische Platte entweder eine tangentiale Ebene bilden, oder eine Ebene, parallel der ersteren, welche die Brennfläche schneidet, oder endlich eine ganz ausserhalb derselben gelegene Ebene. Im ersten Falle werden die Linien eines Spectrums in der Mitte der photographischen Platte (dieselbe als Berührungspunkt gedacht) sich möglichst scharf und intensiv abbilden; nach den Rändern der Platte zu werden dieselben mit einem matten Ansatz versehen sein, der nach verschiedenen Seiten, von der Mitte aus gerechnet, gelegen ist. Nimmt die Platte die zweite Stellung gegen die Brennfläche ein, so werden die Linien in der Mitte breit und weniger intensiv erscheinen; rechts und links von der Mitte wird eine Stelle grösster Schärfe zu finden sein; darüber hinaus sind die Linien wieder mit einem verwaschenen Ansatz versehen. Im letzten Falle endlich werden alle Linien verbreitert und um so mehr verwaschen erscheinen, als sie von der Mitte abstehen. Da die Normale an dem Berührungspunkt der photographischen Platte mit der Brennfläche nicht mit der optischen Axe des Cameraobjectivs zusammenfällt, mit anderen Worten, die Platte nicht senkrecht auf der optischen Axe des Cameraobjectivs gestellt worden ist, um sich der Brennfläche möglichst anzuschliessen — bei dem Spectrographen beträgt der Winkel $2°3$ — werden auch Linien in der Mitte der Platte, wenn diese die Brennfläche nicht berührt, einseitig verwaschen erscheinen.

Bei den bisherigen Betrachtungen ist vorausgesetzt, dass die Strahlen des aus den Prismen austretenden Strahlenbündels gleiche Intensität besitzen; das ist aber durchaus nicht der Fall. Der Weg, welchen die Strahlen durch die Prismen nehmen, ist ungleich lang, und die Absorption im Glase ist eine sehr beträchtliche, so dass das Strahlenbündel in Bezug auf Intensität inhomogen ist, und infolge dessen auch alle Linien in der Mitte der Platte, wenn letztere die Brennfläche nicht berührt, ebenfalls einseitig nach rechts oder links verwaschen erscheinen müssen. Besonders bei Linien, die weiter von der Mitte der Platte abstehen, können, wie man durch eine leichte Ueber-

Digitized by Google

legung findet, bei nach der einen Seite gelegenen Linien zwei Intensitätsmaxima entstehen, die sogar unter Umständen einander gleich sein können; Linien, die nach der anderen Seite der Platte liegen, können durch die ungleiche Intensität im Strahlenbündel nur insoweit verändert werden, als die intensivste Stelle der einseitig verbreiterten Linien verstärkt wird, so dass die einseitige Verwaschenheit noch schärfer hervortritt.

Diese einfachen Vorgänge werden nun noch complicirt durch die nur zum Theil gehobene sphärische Aberration des Objectivs, welche unter Umständen das Aussehen der Linien bei ausserhalb des Focus stehender Platte stark verändern kann, so dass bei Linien, die von der Mitte der Platte weiter abstehen, infolge des Nichtzusammenfallens der Schnittpunkte für Rand- und Centralstrahlen zwei und auch mehrere Intensitätsmaxima in der verbreiterten Linie entstehen. Bei Linien nahe der Mitte der Platte wird die sphärische Abweichung meist nur eine vermehrte Verwaschenheit, die aber im Allgemeinen symmetrisch zur Mitte der Linie gelegen sein wird und deshalb keine Fehler in die Messungen hineinbringen kann, bedingen.

Glücklicherweise ist es leicht, sich vor derartigen Fehlerquellen genügend zu schützen, und zwar durch die Betrachtung des Vergleichsspectrums selbst, dessen Linien bei richtiger Stellung des Cameraobjectivs in der Mitte der Platte, auf welche die Messungen sich allein zu beschränken haben, scharf und einfach erscheinen müssen. Es liegt hierin ein grosser Vorzug in der Anwendung eines zusammengesetzten, mit Spalt versehenen Spectrographen gegenüber dem einfachen Objectivprisma, bei welchem keine so sichere Controle über die richtige Focaleinstellung gegeben ist und man sich lediglich auf die Schärfe der Linien in dem Spectrum des zu beobachtenden Objects selbst verlassen muss, welche bei grossem Linienreichthum des Spectrums leicht täuschen kann, und welche mehr oder weniger durch die Luftbeschaffenheit beeinflusst wird.

Bei den folgenden Untersuchungen ist das Vergleichsspectrum zumeist das des Wasserstoffs gewesen und die Beurtheilung der richtigen Einstellung des Cameraobjectivs basirte lediglich auf der Schärfe der Linie $H\gamma$, da die beiden anderen auf der Platte erscheinenden Wasserstofflinien $H\beta$ und $H\delta$ zu weit von der Mitte abstehen. Die Versuche haben aber gezeigt, dass diese eine Linie vollkommen ausreicht zu einer sicheren Bestimmung des Focalabstandes der Platte. Der Wasserstoff bietet linienreicheren Spectren gegenüber den Vortheil, dass man durch seitliche Verschiebung der Cassette mehrere Aufnahmen von der $H\gamma$-Linie auf derselben Platte machen kann und dadurch sehr leicht die schärfste und schmalste unter den bei verschiedener Einstellung aufgenommenen Linien herauszufinden vermag.

Zur Berücksichtigung des Einflusses der Temperatur auf die Beobachtung mit dem Spectrographen am Schröder'schen Refractor ist von 1888 Dec. 1 an die folgende Tafel zur Anwendung gekommen.

Temp.	Einstellung des Collimators	Temp.	Einstellung des Camera-Objectivs
+ 20° C.	18mm	+ 20°	$23^{R}5$ ($1^{R} = 0.^{mm}36$)
+ 13	19	+ 15	23.0
+ 6	20	+ 10	22.5
— 1	21	+ 5	22.0
— 8	22	0	21.5
— 15	23	— 5	21.0
		— 10	20.5

Digitized by Google

Bei den nachstehenden Beobachtungen hat für alle Sterne mit Ausnahme von Sirius das Wasserstoffspectrum als Vergleichsspectrum gedient. Es sind hierbei verschiedene Formen von Geissler'schen Röhren versucht worden, um festzustellen, welche Form bei geeigneter Lichtführung den geringsten Verlust von den vom Objectiv des Refractors auf den Spalt gelangenden, vom Stern ausgehenden Lichtstrahlen verursachte.

Zunächst ist eine kreisförmig gebogene Röhre von 18^{mm} innerem Durchmesser in Anwendung gekommen, die senkrecht zur optischen Axe des Refractors 33^{cm} vom Spalt entfernt angebracht war. Diese Röhre berührte den vom Objectiv kommenden Lichtkegel, und es war demnach ein Lichtverlust für den Stern gänzlich ausgeschlossen. Da beim Collimator das Verhältniss der Brennweite zur Oeffnung des Objectivs = 12 : 1 gewählt worden ist, während dasselbe beim Refractor 18 : 1 beträgt, konnte ein Theil des von der Geissler'schen Röhre ausgehenden Lichtes vom Collimatorobjectiv noch aufgenommen werden. Diese Vorrichtung ist bei einigen Aufnahmen zur Anwendung gekommen. Die Wasserstofflinien waren aber von ungleicher Helligkeit, in der Mitte am schwächsten, und da es sich bei den ersten Versuchen schon als vortheilhaft herausstellte, die Spalthöhe gering (2^{mm}) zu nehmen, um den Stern mit Sicherheit auf der Mitte des Spaltes halten zu können, erwies sich die Beleuchtung des Spaltes als nicht ausreichend.

Ein Vorschlag von Dr. Scheiner bestand darin, eine spiralförmig gewundene Geissler'sche Röhre centrisch vor dem Refractorobjectiv anzubringen und das von ihr ausgehende Licht mittelst eines Linsensystems parallel auf das Objectiv zu werfen, so dass dasselbe mit den vom Stern kommenden Strahlen gleichzeitig im Brennpunkt vereinigt wird. Hier füllt der Lichtkegel des Vergleichsspectrums den durch die centrale Verdeckung des Objectivs sich bildenden Hohlkegel der vom Stern kommenden Lichtstrahlen aus. Der Lichtverlust, den das Brennpunktsbild vom Stern durch die centrale Abblendung erleidet, ist nicht erheblich; er beträgt bei einer kreisförmigen Abblendung von 10^{cm} Durchmesser und einem Objectiv von 30^{cm} Oeffnung nur 11%. Die Vorrichtung ist nicht zur Anwendung gekommen, da es Schwierigkeiten bereitete, das Linsensystem vor dem Objectiv genügend sicher zu befestigen, und inzwischen das Vortheilhafte der Verwendung einfacher Formen von Geissler'schen Röhren, die direct in den Strahlenkegel in grösserer Entfernung vom Spalt gestellt werden, erkannt worden war. Ausserdem ist eine starke Beeinflussung durch Temperatur auf den Apparat zu erwarten, und sehr kleinen Veränderungen des Linsensystems vor dem Objectiv werden grosse Ausschläge in Bezug auf die Lage des Brennpunktes und den Parallelismus der Axe des Lichtkegels zur optischen Axe des Fernrohres zur Folge haben können. Dadurch, dass die Lichtstrahlen des Vergleichsspectrums nur durch die Mitte der Prismen geführt werden, ist keine genügende Garantie gegeben, dass die während der Exposition etwa eintretenden Veränderungen in den Prismen gleichartig auf den Gang der Lichtstrahlen des Vergleichsspectrums und des Spectrums des Sterns einwirken, ein Einwand, der übrigens auch bei Anwendung der zuerst beschriebenen Form der Geissler'schen Röhre, vielleicht in noch höherem Masse, erhoben werden kann, da für das Vergleichsspectrum nur Theile von Prismen zur Anwendung kommen, die von den Lichtstrahlen des Sterns nicht getroffen werden.

Am besten hat sich die schon bei meinen ersten Versuchen in den 70er Jahren, die Bewegung von Sternen im Visionsradius zu ermitteln, angewandte Anordnung bewährt, Geissler'sche Röhren in einfachster Form in grösserer Entfernung vom Spalt direct in den vom Refractorobjectiv kommenden Strahlenkegel zu stellen. Röhren mit geradem Mittelstück sind am meisten verwendet worden; doch sind auch solche mit einer knieförmigen Einbiegung vielfach mit gutem Erfolg zur Anwendung gekommen. Das Kniestück *abc* wurde, wie aus nachstehender Figur ersichtlich, in den Strahlenkegel so gesetzt, dass die Spitze *b* nach dem Objectiv zugewandt ist, wobei durch die schräg gegen die Axe

Digitized by Google

gerichteten Schenkel ab und bc die Intensität des auf den Spalt S von der Geissler'schen Röhre fallenden Lichtes erhöht und gleichzeitig eine Verminderung des Lichtverlustes für den Stern erzielt wird.

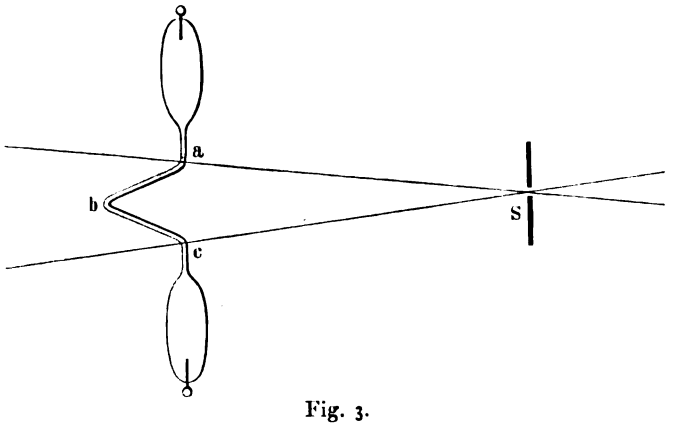


Fig. 3.

Die Röhre ist, wie bei den ersten Versuchen, senkrecht zur optischen Axe und senkrecht zum Spalt gestellt worden, so dass das von ihr ausgesandte, den Spalt treffende Licht als zerstreutes anzusehen ist; der Spalt wird hierdurch zur Lichtquelle, und infolge dessen werden die Strahlen parallel durch die Prismen geführt werden. Die Spectrallinie $H\gamma$, um die es sich hier allein handelt, muss in der Breite des Spaltes — da Collimator und Cameraobjectiv gleiche Brennweite haben — auf der Platte erscheinen, und thatsächlich hat sich herausgestellt, dass die künstliche $H\gamma$-Linie bei richtiger Focussirung und bei richtiger Exposition die Breite des Spaltes besitzt. Meist ist die Exposition etwas zu lang gewesen, und infolge dessen ist die Linie breiter als der Spalt, was für die Genauigkeit der Messungen jedoch ohne Belang ist.

Für die Entfernung, in welcher die Röhre vom Spalt aufgestellt wurde, sind zwei Factoren massgebend gewesen: möglichst grosse Entfernung, um möglichst wenig vom Strahlenkegel des vom Sterne kommenden Lichtes zu verdecken, und hinreichende Lichtstärke. Der Durchmesser der Röhren ist zu demselben Zwecke sehr dünn genommen worden; er schwankte zwischen $\overset{mm}{2.5}$ und $\overset{mm}{3.3}$. Bei der bei allen Beobachtungen festgehaltenen Entfernung der Röhre von 40^{cm} vom Spalte war der Lichtverlust für das Sternbild 17 %.

Die Röhren sind aus der Fabrik von F. Müller vormals Geissler in Bonn bezogen und dank den Bemühungen des Herrn Müller in ganz vorzüglicher Ausführung geliefert worden. Anfangs ergaben sie ein fast absolut reines, äusserst intensives Wasserstoffspectrum; sie veränderten sich jedoch durch den anhaltenden Gebrauch bald, das Spectrum wurde unrein, die $H\gamma$-Linie nahm an Intensität ab, und sobald die Kohlenwasserstoff- und Kohlenoxydbänder stark hervortraten, sind die Röhren ausgewechselt worden. Im Durchschnitt hat eine Röhre zu 15 Aufnahmen benutzt werden können.

Ich bemerke schliesslich noch, dass ein nicht zu unterschätzender Vortheil der Senkrechtstellung der Röhre zur Spaltrichtung dadurch gegeben ist, dass eine genaue Justirung ihrer Lage nicht erforderlich ist und etwaige geringe Veränderungen während der Aufnahme durch eine andere Lage, in welche das Fernrohr kommt, keinen Einfluss ausüben können; denn es ist leicht zu übersehen, dass selbst bei einer um mehrere Grade fehlerhaften Aufstellung der Spalt immer voll beleuchtet wird. Anders verhält es sich z. B. bei der in Greenwich angewandten Methode. Hier steht die Röhre parallel zum Spalt; sie ist seitlich vor demselben angebracht, und ein vor dem Spalt befindlicher, unter 45° geneigter unbelegter Spiegel wirft das von der Röhre kommende Licht auf den Spalt. Zwischen Röhre und Spiegel befindet sich noch eine Linse, welche ein Bild der Röhre in der Ebene des Spaltes erzeugt. Die Anordnung ist aus der Skizze A (Fig. 4) noch näher zu ersehen. R ist die Geissler'sche Röhre, L die Projectionslinse, g der Spiegel, S der Spalt und C das Collimatorobjectiv. Nur bei sorgfältiger Justirung dürfte es zu erreichen sein, dass die von der künstlichen Lichtquelle ausgesandten und durch die Linse L geführten Strahlen symmetrisch zur Axe der Collimator-

Digitized by Google

linse auffallen und das Collimatorobjectiv *C* voll treffen. Geht das Strahlenbündel schräg zur Axe, wie in der Skizze *B*, so werden, wenn der Schnittpunkt der Strahlen mit der Spaltebene zusammenfällt, die Strahlen zwar noch parallel aus dem Collimator austreten, aber durch ganz andere Theile der Prismen geführt werden als die vom Objectiv des Refractors kommenden Strahlen des Sterns. Desgleichen ist sorgfältig darauf zu achten, dass der Schnittpunkt der Strahlen in der Spaltebene liegt. Für den Fall, dass das Strahlenbündel in der Ebene des Spaltes schmaler ist als die Spaltweite, wird eine sehr schmale scharfe künstliche Linie entstehen, deren Lage jedoch stark variiren kann; es ist also noch darauf zu achten, dass der Schnittpunkt genau in der Mitte des Spaltes liegt. Wie wichtig gerade die Erfüllung dieser Bedingung ist, mag ein Beispiel zeigen. Bei einer Spaltweite oder Oeffnung von $\overset{mm}{0.03}$ und einer Breite des Strahlenbündels in der Spaltebene von $\overset{mm}{0.01}$ wird bei den Verhältnissen des Potsdamer Spectrographen die Mitte der Linie auf der Platte um $\overset{mm}{0.02}$ verschoben sein können, je nachdem der Schnittpunkt der Strahlen die eine oder die andere Spaltbacke berührt. Es entspricht diese Verschiebung einer Bewegung von 2.4 geogr. Meilen, dem vollen Betrag der im Durchschnitt überhaupt zu erwartenden Bewegung der Sterne. Auch für den Fall, dass das Strahlenbündel gleiche Breite mit der Spaltöffnung hat oder dieselbe an Breite übertrifft, kann durch unrichtige Lichtführung bewirkt werden, dass nur ein Theil des Lichtes zur Wirkung kommt und bei einer Beobachtung die eine, bei einer andern die andere Spaltkante beleuchtet und dadurch ein ähnlicher Effect, wie der vorhin erwähnte, hervorgebracht wird.

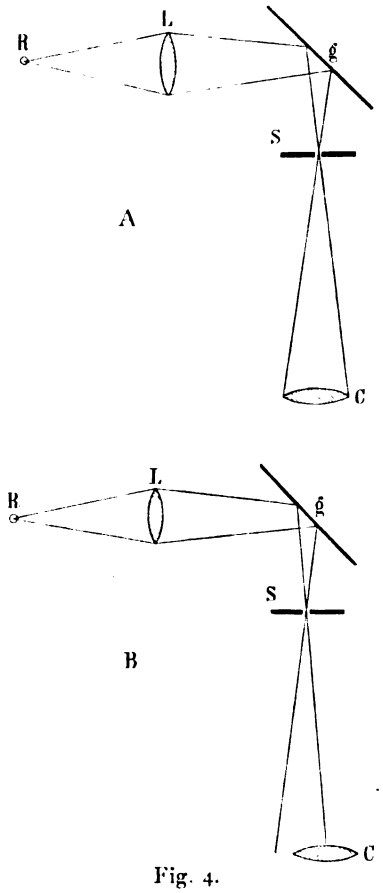


Fig. 4.

Eine möglichst gleichmässige und volle Beleuchtung des Spaltes durch die künstliche Lichtquelle ist daher von ausserordentlicher Bedeutung zur Erzielung grosser Genauigkeit.

Das Eisenspectrum, welches in Verbindung mit Aufnahmen von Sirius als Vergleichsspectrum angewandt worden ist, wurde durch einen sehr kräftigen Inductionsapparat mit vier grossen Leydener Flaschen erzeugt. Die Elektroden (Claviersaitendraht), die bis auf 2^{mm} bis 3^{mm} sich gegenüber standen, befanden sich in einem Abstande von 35^{cm} vom Spalt; die Verbindungslinie der Elektroden war senkrecht zur Spaltrichtung. Bei der heftigen Entladung bildete sich ein so blendender Funke, dass etwa 100 Entladungen (25^{s}) genügten, um die Hauptlinien des Fe-Spectrums zu erhalten.

Um die meist sehr feinen Eisenlinien in den Spectren der Sterne der ersten Spectralclasse nicht zu verdecken, ist die auf Seite 10 beschriebene Vorrichtung verwendet worden, durch welche während der Aufnahme des künstlich erzeugten Eisenspectrums die Stelle des Spaltes, auf welche das Bild des Sternes fällt, durch einen schmalen Steg abgedeckt wird. Die Linien des Vergleichsspectrums liegen dann zu beiden Seiten des Sternspectrums.

Die Aufnahme des Eisenspectrums, welche, wie schon erwähnt, nur sehr kurze Zeit in Anspruch nimmt, erfolgte entweder zu Anfang und zu Ende der Exposition des Sternspectrums oder in der Mitte der Exposition. Im letzteren Falle lässt die Schärfe der Linien des Vergleichsspectrums keinen Schluss über die Unveränderlichkeit des Apparates während der viel längeren Exposition auf

Digitized by Google

den Stern zu; ich habe es trotzdem der Einfachheit wegen vorgezogen, die Aufnahmen des künstlichen Spectrums in die Mitte der Expositionszeit für das Sternspectrum zu verlegen, habe aber zur Controle, wie bei den anderen Aufnahmen, das nahezu während der ganzen Expositionszeit für den Stern exponirte Wasserstoffspectrum benutzt.

Für die Herstellung der Photographien sind Platten von verschiedenen Fabriken bezogen worden. Als am geeignetsten, wegen ihrer grossen Empfindlichkeit bei verhältnissmässig feinem Korn, haben sich Platten von Dr. Schleussner in Frankfurt a/M. gezeigt. Die Entwickelung geschah meist mit Eisenoxalat; doch sind auch Versuche mit einem Pyrogallussäure-Soda-Entwickler, sowie bei ganz schwierigen Aufnahmen mit einem combinirten Hydrochinon- und Pyrogallussäure-Entwickler ausgeführt worden, ohne dass sich jedoch ein merklicher Unterschied in der Wirkung der verschiedenen Entwickler gezeigt hätte. Nur in seltenen Fällen ist eine Verstärkung der Platten mit Quecksilberchlorid erfolgt.

Anfänglich wurde die Expositionszeit nach Massgabe der Helligkeit des Sternes und der verschiedenen Spaltweite gewählt. Später hat sich jedoch herausgestellt, dass die Spaltweite sich durch die mit getheiltem Kopf versehene Schraube, welche die eine Spaltbacke bewegt, nicht mit genügender Sicherheit feststellen lässt; es ist daher die Spaltweite unverändert geblieben, und die Expositionszeit ist auf eine Stunde festgesetzt worden. Der Beobachter hat dagegen die Breite des Spectrums der Helligkeit des Sternes entsprechend variirt. Nur bei ganz lichtschwachen Objecten und bei wenigen ganz hellen Sternen ist hiervon abgewichen worden. Anfangs hat die Beurtheilung der Expositionsdauer oder der Breite des Spectrums zur Erzielung befriedigender Resultate Schwierigkeiten bereitet; jedoch hat sich im Laufe der Zeit die Beurtheilungsfähigkeit in dieser Beziehung zu grosser Sicherheit ausgebildet.

Zur Beurtheilung der Lichtstärke des Spectrums hat das kleine, im Innern der Camera angebrachte Prisma, durch welches man mit dem Ocular einen kleinen Theil des Spectrums (Gegend bei *b*) übersieht (Seite 9), gute Dienste geleistet. Die Erfahrung hat gelehrt, dass sogar ziemlich grosse Variationen der Expositionszeit meist ohne Einfluss auf den Werth der Platte hinsichtlich der Ausmessung sind; nur bei sehr starker Ueberexposition haben sich, besonders bei linienreichen Spectren, Veränderungen herausgestellt, die in einzelnen seltenen Fällen eine Verwerfung der Platten zur Folge haben mussten. Ich werde darüber noch weiter unten ausführlicher zu berichten haben.

Zur Prüfung des Apparates sind in erster Linie directe Beobachtungen und photographische Aufnahmen des Sonnenspectrums geeignet. Das Detail, welches bei directen Beobachtungen im Sonnenspectrum erkannt werden kann, ist bei den verhältnissmässig geringen Dimensionen des Apparates erstaunlich. In der Nähe der $H\gamma$-Linie, wo die grösste Schärfe im Spectrum herrscht, sind fast alle Linien, die in Rowlands grosser photographischen Aufnahme des Sonnenspectrums enthalten sind, zu erkennen, mit Ausnahme einiger weniger ganz engen Doppellinien, die nicht mehr getrennt erscheinen, wenn ihr Abstand weniger als 0.03 $\mu\mu$ Wellenlängenunterschied beträgt. Es entspricht diesem Unterschiede eine Grösse von $\overset{mm}{0.023}$ in der Bildebene des Cameraobjectivs, also auch — bei gleicher Brennweite des Collimatorobjectivs — eine Spaltweite von derselben Grösse, die thatsächlich bei den Beobachtungen zwischen $\overset{mm}{0.02}$ und $\overset{mm}{0.03}$ variirt hat.

Die Photographien zeigen erheblich weniger Detail, als man bei directer Beobachtung wahrnimmt, was lediglich seinen Grund in der Grösse des Silberkornes hat. Selbst das feinere Silberkorn unempfindlicher Platten ist der ausserordentlichen Zartheit der Linien nicht angemessen, und so fliessen auf der Photographie Liniensysteme zusammen, die bei derselben Spaltstellung bei directen

Digitized by Google

Beobachtungen deutlich getrennt erscheinen. Die vorzüglichen Prismen würden eine viel stärkere Vergrösserung des Spectrums durch ein Cameraobjetiv mit längerer Brennweite zulassen, und hierdurch könnte ein grösserer Detailreichthum bei den Photographien erzielt werden; ich war aber doch gezwungen, das Cameraobjectiv von 41^{cm} Brennweite beizubehalten, da die Lichtstärke des Refractors für die Sternaufnahmen nicht genügend gewesen wäre und die Beobachtungen nur auf die hellsten Sterne hätten beschränkt werden müssen.

Um ein Bild von der Leistung des Apparats zu geben, lasse ich hier eine Vergleichung eines kleinen Stückes des Spectrums in der Nähe von $H\gamma$ vom Spectrum der Sonne, von α Aurigae, β Geminorum und ε Pegasi mit dem grossen Rowland'schen Sonnenspectrum folgen, bei welch' letzterem ich nur die allerschwächsten Linien weggelassen habe. Die Ausdehnung des gemessenen Theils beträgt auf der photographischen Platte nur 4 Millimeter.

Rowlands Sonnenspectr.		Aufnahmen mit dem Spectrographen			
W. L. $\mu\mu$	Bemerkungen	Sonne	α Aurigae	β Geminorum	ε Pegasi
431.43	Doppellin., Δ 0.02 $\mu\mu$.	Starke Linie, nicht getrennt.	Starke Linie.	Deutliche Linie.	Deutliche Linie.
.51	Doppellinie, Δ 0.03, weniger brechbare Comp. stärker.	Starke Linie, nicht doppelt, doch deutl. zu erkennen, dass die Linie nach Roth intensiver ist.	Starke Linie.	Starke Linie.	Starke Linie.
.71	Zarte Doppellinie, Δ 0.02.	Nicht als Doppellinie zu erkennen, aber sehr deutlich als einfache Linie.	Recht gut sichtbare Linie, etwas breit.	Matte Linie.	Scharf und deutlich.
.88	Kräftige Linie.	Starke Linie.	Stark.	Stark.	Stark.
432.10	Doppelt, Δ 0.02.	Stark, einfach.	Stark.	Stark und breit.	Stark und breit.
.19	Doppelt, schwach, Δ 0.01.	Sehr deutliche Linie.	Sehr schwach.	Fraglich.	—
.32 .40	Vier eng stehende, ziemlich starke Lin.	Streifen, zeigt Andeutungen von Auflöslichkeit.	Stark und breit.	Stark und breit.	Nicht mit Bestimmtheit zu erkennen.
.45	Schwache Linie.	Deutlich.	—	—	—
.52	Starke Linie.	Starke Linie.	Stark.	Fliesst mit der folgenden zusammen.	Fliesst mit der folgenden zusammen.
.60	Sehr starke Lin., dicht vorher eine schwache.	Sehr starke Linie. Die schw. Linie vorher trennt sich nicht ab, giebt aber der starken Linie ein nach Violett verwaschenes Aussehen.	Sehr stark und breit.	Sehr stark und sehr breit.	Stark und sehr breit.
.71	Doppelt, Δ 0.03.	Breite Linie.	Sehr schwach.	Sehr deutlich.	Deutlich.

Digitized by Google

Rowlands Sonnenspectr. W. L. $\mu\mu$	Bemerkungen	Aufnahmen mit dem Spectrographen: Sonne	α Aurigae	β Geminorum	ε Pegasi
432.81	Ziemlich stark.	Deutlich.	Sehr schwach.	Sehr deutlich.	—
.87 .95	Zwei sehr schwache Linien.	Zwei Linien deutlich zu erkennen.	—	—	—
433.01 .11	Fünf zarte Linien.	Breiter Streifen.	Deutl. breite Lin.	Streif., deutlich.	Breites Band.
.19	Linie; nach Violett eine ganz schwache Linie dabei, Δ 0.02.	Breite Linie.	Sehr schwach.	Sehr schwach.	Sehr gut sichtbar.
.29	Zwei breite schwache Linien, Δ 0.03.	Streifen.	Schwach.	Sehr deutliche Linie.	Sehr gut sichtbar.
.41	Matter Streifen.	Streifen.	Sehr schwach.	Starke Linie.	Sehr gut sichtbar.
.48 .53	Zwei sehr matte Streifen.	Ein breit. Streifen noch deutlich zu erkennen.	—	—	—
.72 .85	Vier starke Linien. Die erste ist die stärkste.	Starker Streifen, an manchen Stellen aufgelöst. (Bei direct. Beobacht. mit dem Ocular ist die Auflösung in 4 Linien sehr leicht.)	Streif. nach Roth verwaschen.	Streif. nach Roth verwaschen.	Breites Band, verwaschen nach Roth.
.89	Sehr schwache Linie.	Sehr schwach, aber deutlich zu erkennen.	—	—	—
.98	Starke Doppellinie, Δ 0.03.	Starke Linie, einfach.	Linie, sehr dicht an $H\gamma$.	Deutlich.	Fliesst mit der breit. Linie $H\gamma$ zusammen.
434.07	Sehr stark u. breit. $H\gamma$.	Sehr stark und breit.	Stark und breit.	Stark und breit.	Stark und sehr breit.
.16	Ziemlich stark.	Deutlich.	Nur vermuthet.	Deutlich.	—
.34 .36 .39	Starke Linie. Schwache Linie. Ziemlich stark.	Breiter Streifen.	Starker breiter Streifen.	Stark und breit.	Breit und verwaschen.
.41	Schwache Linie.	Noch zu erkennen.	—	—	—
.46	Doppellinie, ziemlich stark, Δ 0.02.	Etwas breite Linie.	Starker breiter Streifen.	Starker breiter Streifen.	Breit und verwaschen.
.65 .70	Drei Linien, von denen die mittl. die stärkste ist.	Streifen od. Linie, beiderseitig verwaschen.	Breit u. verwasch., schwach.	Breite Linie.	Breite Linie.
.76	Zwei Linien, schwach, Δ 0.03.	Ein breiter Streifen, der Spuren von Auflöslichkeit zeigt.	Schwach, breit u. verwaschen.	Schwach u. verwaschen.	Breit.
.81	Zwei Linien, Δ 0.01.				
.85	Ziemlich starke Linie.				
.91	Linie.	Deutlich getrennt vom vorhergeh. Streifen.	—	—	—

Digitized by Google

Rowlands Sonnenspectr. W. L. $\mu\mu$	Bemerkungen	Aufnahmen mit dem Spectrographen: Sonne	α Aurigae	β Geminorum	ε Pegasi
435.12	Ziemlich starke Linie. Vorher eine Reihe von Linien, die dicht bei einander stehen und nach Violett an Intensität abnehmen.	Nach Violett verwasch. Linie.	Deutlich zu erkennen.	Schwach, etwas verwaschen.	Schwach.
.20	Sehr starke Lin., dicht vorher (Violett) eine Linie, Δ 0.02.	Sehr starke Linie.	Sehr stark.	Sehr stark.	Sehr stark.
.29	Starke Linie, dicht vorher eine schwache, Δ 0.01.	Starke Linie.	Stark.	Stark.	Stark.
.48	Breite, verwasch. Lin.	Breite Linie.	Streifen, verwaschen.	Verwasch. Streifen.	Verwasch. Streifen.
.52	Ziemlich starke Linie.	Breite Linie.			
.59	Matte Doppellinie, Δ 0.02.	Streifen.	Verwasch. Streifen.	Verwasch. Streifen.	Verwasch. Streifen.
.61					
.65	Matte Doppellinie, Δ 0.02.	Andeutung von Auflöslichkeit in 2 Lin.			
.68					
.77	Drei matte Linien.	Matter Streifen.	—	—	—
.81					
.84					
.87	Starke Linie.	Breite kräftige Linie.	Starke Linie.	Deutliche Linie.	Sehr deutliche, starke Linie.
.90	Ziemlich starke Linie, verwaschen.				
.98	Starke Linie.	Starke Linie.	Starke Linie.	Starke Linie.	Sehr deutliche, starke Linie.
436.06	Doppelt, Δ 0.02.	Breite Linie, vielleicht doppelt.	—	—	—
.10	Linie.				
.23	Doppelt, sehr matt, Δ 0.01.	Matter Streifen, vielleicht Doppellinie.	Matter Streifen.	Streif., sehr matt u. verwaschen.	Streifen, sehr matt.
.28	Doppelt, Δ 0.02.				
.33	Doppelt, Δ 0.02.	Breite verwaschene Linie.			
.37	Schwach, verwaschen.				
.42	Doppelt, Δ 0.01.	Breite Linie.			
.57	Schwache Linie.	Sehr schwach.	—	—	—
.61	Linie.	Deutlich zu erkennen.	—	—	—
.67	Breite Linie.	Breite Linie.	Schwache breite Linie.	Recht schwach.	Matte Linie.
436.80	Starke Doppellinie, Δ 0.02; die nach Roth gelegene Comp. schwächer.	Starke breite Linie, verwasch. nach Roth.	Stark, breit, verwaschen nach Roth.	Stark und breit.	Stark und breit.

Digitized by Google

Um weiter über die richtige Justirung des Apparates zu entscheiden, sind zahlreiche Aufnahmen vom Sonnenspectrum mit Wasserstoff als Vergleichsspectrum gemacht worden; auch das Spectrum des Tageslichts wurde benutzt, desgleichen haben wiederholte Aufnahmen vom Spectrum des Mondes zu dem Resultate geführt, dass eine absolute Coincidenz zwischen der künstlichen Wasserstofflinie und der Linie des untersuchten Spectrums stattfand. Diese Beobachtungen sind übrigens nicht in aller Strenge entscheidend, da bei Objecten von grösserer Ausdehnung der Spalt stets vollkommen zur Lichtquelle wird. Die richtige Justirung wird am besten aus der Uebereinstimmung der Beobachtungen an Sternen selbst erkannt.

Nicht ohne Interesse sind jedoch Beobachtungen an der Venus, die, neben dem Nachweis der genauen Justirung des Apparats, noch deutlich darzuthun vermögen, welche Feinheit den Messungen an den Spectren gegeben werden kann. Das Venusspectrum ist mit einer Aufnahme des Sonnenspectrums verglichen worden, welche auch bei den unten folgenden Beobachtungen vielfach zur Vergleichung benutzt worden ist.

Platte Nr.	Datum	Geschwindigkeit in geogr. Meilen, aus den Beobachtungen abgeleitet.		Berechnete Geschwindigkeit
		Beob. Vogel	Beob. Scheiner	
56	1888 Dec. 7	— 1.48	— 1.42	— 1.41
78	1889 Jan. 2	— 1.69	— 2.11	— 1.56
99	1889 Febr. 10	— 1.57	— 1.54	— 1.72

Es mögen hier noch einige Bemerkungen Platz finden, die sich auf den Einfluss von Temperaturänderungen während der Beobachtung, sowie auf den Einfluss der Luftbeschaffenheit und einer nicht ganz richtigen Stellung des Sternes auf dem Spalt beziehen.

Der Einfluss, den eine Temperaturänderung während der Exposition auf die Photographien ausübt, ist wesentlich durch eine Aenderung in den Brechungsverhältnissen der Prismen und durch Veränderung der einzelnen Theile des Apparates gegeben. Bekanntlich wird der Ablenkungswinkel so wie die Dispersion der Prismen sehr stark von der Temperatur afficirt, und die Folge dieser Aenderung wird eine Wanderung des Spectrums auf der Platte und eine gleichzeitige Ausdehnung oder Zusammenziehung desselben sein. Hierdurch können Verbreiterungen der Linien eintreten, die aber, wenn die Temperaturänderung nicht ganz unregelmässig erfolgt, keinen schädlichen Einfluss auf die Messungen auszuüben vermögen. Die Erfahrung hat gezeigt, dass selbst in Fällen, wo sich die Temperatur des Thermometers am Apparate während der Exposition von einer Stunde um 2° änderte, überhaupt kein merkbarer Einfluss zu beobachten war. Bei stärkerer Temperaturänderung und längerer Exposition macht sich jedoch der Einfluss durch Unschärfe der Bilder kenntlich. Einige Versuche mit directer Erwärmung des Apparates haben diese Erscheinung in starkem Masse gezeigt, gleichzeitig aber dargethan, dass die gut eingeschlossenen Prismen ganz ausserordentlich langsam den Aenderungen der äusseren Temperatur folgen. Durch Ausdehnung oder Zusammenziehung der Metalltheile des Apparats während der Exposition kann in zweiter Linie auch eine Verschiebung der Platte eintreten; derartige Veränderungen werden aber nur sehr gering sein, und es ist anzunehmen, dass weder sie noch die Veränderungen in den optischen Theilen des Apparats eine fehlerhafte Bestimmung in der Lage der Linien des Vergleichsspectrums gegen die des Sternspectrums zur Folge haben können, wenn nur, wie das bei den Beobachtungen immer geschehen ist, die künstliche Lichtquelle während

Digitized by Google

der ganzen Expositionszeit oder in Zeitabschnitten, die symmetrisch zur Mitte der Expositionszeit gelegen sind, zur Wirkung kommt.

Ueber den Einfluss der Luftbeschaffenheit auf die Güte der Spectralphotographien haben schon die Vorversuche entschieden, und es hat sich das günstige Resultat ergeben, dass die Unruhe der Luft nicht im entferntesten den Einfluss auf die Photographien ausübt, den sie auf die Ocularbeobachtungen hat. Die zahlreichen, über Jahre sich erstreckenden Beobachtungen haben dieses Ergebniss wohl bestätigt, jedoch auch dargethan, dass eine vorzüglich ruhige Luft durch die Schärfe der Bilder sich recht bemerkbar macht. Während bei directen astronomischen Beobachtungen hauptsächlich die Schwankungen des Sternbildes senkrecht zur optischen Axe des Fernrohrs die Beobachtungen erschweren, sind es bei Beobachtungen mit einem Spectralapparat mit Spalt wesentlich die Schwankungen des Vereinigungspunkts der vom Objectiv kommenden Strahlen in der Axe des Fernrohrs, welche Störungen und Unschärfe bedingen. Wenn der Spalt auch sehr eng ist, so ist, wie schon weiter oben ausgeführt, nicht anzunehmen, dass der Spalt allein zur Lichtquelle wird, und es wird bei starken Luftwallungen der Vereinigungspunkt der vom Objectiv kommenden Strahlen nicht mehr im Brennpunkt des Collimatorobjectivs sich befinden, sondern vor oder hinter dem Spalt gelegen sein. Ein Theil der aus dem Collimatorobjectiv austretenden Strahlen wird daher, anstatt parallel, divergent oder convergent auf die Prismen fallen, und dies wird die Ursache von Unschärfe sein. Eine asymmetrische Verbreiterung der Linien, die allein gefahrbringend für die Messungen ist, kann durch die Unruhe der Luft nicht hervorgebracht werden, da bei der langen Expositionszeit die Schwankungen in dem einen oder andern Sinne sich aufheben werden. Die senkrecht zur optischen Axe des Fernrohrs gelegenen Schwankungen dagegen können nur eine Bewegung des Vereinigungspunktes innerhalb des Spaltes verursachen, und die dadurch entstehende Unschärfe wird lediglich von der Weite des Spaltes abhängen.

Von sehr merkbarem Einfluss auf die Brauchbarkeit der Photographien ist jedoch die Durchsichtigkeit der Luft. In Folge eines leichten Dunstschleiers kann, besonders bei Sternen, deren Spectrum der II. Classe angehört, der Theil des Spectrums bei $H\gamma$ so stark absorbirt werden, dass wegen Schwäche desselben die Photographie zur Messung untauglich wird.

In Folge der sich stetig und stark ändernden Refraction bei Beobachtungen in geringer Höhe über dem Horizonte oder unter grossen Stundenwinkeln, sowie der Aufstellungsfehler des Instruments, ist für das Sternbild eine Tendenz gegeben, immer nach einer Seite des Spaltes hin auszuweichen. Die Axe des vom Objectiv kommenden Strahlenkegels wird in solchen Fällen nicht immer durch die Mitte des Spaltes gehen, und hierdurch ist die Möglichkeit einer geringen Verschiebung des Spectrums gegen das von der ruhenden Lichtquelle erzeugte Vergleichsspectrum nicht ausgeschlossen. Durch die Unruhe der Luft, besonders durch Schwankungen des Sternbildes senkrecht zur optischen Axe des Fernrohrs, wird zwar bei der langen Exposition von einer Stunde der Fehler in den meisten Fällen ausgeglichen werden; aber bei sehr ruhiger Luft hat der Beobachter diesen Umstand wohl zu beachten, und die zeitweilige Zurückführung des Sternbildchens hat nicht auf die Mitte des Spaltes, sondern nach der entgegengesetzten Seite als der, nach welcher der Stern durch die erwähnten Einflüsse bewegt wird, von der Mitte aus zu erfolgen.

Bei tief stehenden Sternen, bei welchen das Luftspectrum des Sterns merklich wurde, ist die directe Beobachtung des Spectrums während der Exposition durch das in der Camera befindliche Prisma mit Ocular von Vortheil gewesen. Man ist in solchen Fällen geneigt, die hellste Stelle des Luftspectrums auf die Mitte des Spaltes zu bringen, wodurch das violette Licht nicht oder nur zum Theil in den Spectrographen gelangt. Die directe Beobachtung des Spectrums lehrte alsdann, welcher Punkt des durch die Dispersion in der Atmosphäre in ein kurzes Spectrum ausgezogenen Sternbild-

Digitized by Google

chens auf der Mitte des Spaltes zu halten war. Selbstverständlich ist eine Berücksichtigung derartiger Beobachtungsfeinheiten nur bei den ausserordentlich engen Spaltstellungen, die bei den vorliegenden Beobachtungen stets zur Anwendung gekommen sind, erforderlich.

Beobachtungs-Journal.

Im Folgenden sind die wesentlichsten Notizen aus dem Beobachtungsjournal in fortschreitender Reihenfolge mitgetheilt; dieselben betreffen: 1) Plattennummer, 2) u. 3) Datum und Beobachtungszeit, für die Mitte der Exposition gültig, 4) Bezeichnung des Sterns, 5) mittlere Temperatur während der Beobachtung an dem am Apparate befindlichen Thermometer nach Celsius. Diese Ablesungen beginnen erst mit 1888 Nov. 7; die vorher gegebenen, in Klammern eingeschriebenen Temperatur-Angaben sind nach den meteorologischen Beobachtungen und unter Berücksichtigung der Differenz zwischen Kuppel- und Aussentemperatur nachträglich ermittelt worden. 6) u. 7) Einstellungen der Scala am Collimator und an der Camera (Seite 16); diese Einstellungen erfolgten mit Berücksichtigung der Temperaturen am Instrument (Columne 5) und der Aussentemperatur, 8) kurze Beschreibung der Luftbeschaffenheit in Bezug auf Ruhe und Durchsichtigkeit, 9) Expositionsdauer, 10) Beobachter. S. bedeutet Scheiner, V. Vogel, St. Schröter, B. Blumbach. Die beiden letztgenannten Herren hielten sich vorübergehend zu ihrer Ausbildung am Observatorium auf.

Es mag noch bemerkt werden, dass mehrere Platten, die zu Vorversuchen und zur Controlle der Justirung des Instruments gedient haben, unnumerirt geblieben sind.

Platten-Nr.	Datum	Mittl. Zeit Potsdam	Stern	Temperatur Celsius	Einstellung am Collimator	Einstellung am Camera-Objectiv	Luftbeschaffenheit	Expos.-Dauer	Beob.
	1888								
1	Sept. 26	—	α Aquilae	[+ 10°]	19.0	23.5	Durchsichtig und ruhig.	50m	S.
2	» 27	—	α Aquilae	[+ 13]	19.0	23.5	Sehr durchsichtig.	75	S.
3	» 28	—	α Lyrae	[+ 12]	19.0	23.5	Sehr durchsichtig und ruhig.	35	S.
4	» 28	—	α Andromedae	[+ 12]	19.0	23.5	Gut; zuletzt dunstig und Wolken.	80	S.
5	» 30	—	α Ophiuchi	[+ 10]	19.0	23.5	Aeusserst unruhig; zuletzt dunstig und Wolken.	65	S.
6	Oct. 1	—	α Pegasi	[+ 7]	19.0	23.5	Ruhig, aber dunstig.	70	S.
7	» 5	6h92	α Bootis	[+ 9]	19.0	23.5	Aeusserst unruhig.	50	S.
8	» 5	10.25	ε Pegasi	[+ 7]	19.0	23.5	Recht unruhig.	90	S.
9	» 6	7.50	γ Cassiopejae	[+ 9]	19.0	23.5	Gut; zuletzt etwas dunstig.	60	S.
10	» 6	10.50	α Aurigae	[+ 7]	19.0	23.5	Ziemlich gut.	60	S.
11	Oct. 14	12.42	α Cygni	[+ 5]	19.0	23.5	Durchsichtig und ruhig.	60	S.
12	» 19	16.13	β Orionis	[+ 1]	18.0	23.5	Sehr unruhig, aber sehr durchsichtig.	65	S.
13	» 19	7.58	α Aurigae	[+ 5]	18.0	23.5	Ruhig, aber dunstig; bald ganz trübe.	10	S.
14	» 22	7.54	α Aurigae	[+ 5]	18.0	23.5	Unruhig; später dunstig.	65	S.
15	» 24	9.50	α Aurigae	[+ 10]	18.0	23.5	Zuerst unruhig, später besser.	60	S.
16	Oct. 24	13.04	ε Orionis	[+ 8]	18.0	23.5	Ziemlich ruhig.	65	S.
17	» 24	14.25	β Orionis	[+ 8]	18.0	23.5	Recht ruhig.	60	S.
18	» 25	8.00	α Aurigae	[+ 10]	18.0	23.5	Ruhig.	60	S.
19	» 28	8.50	α Aurigae	[+ 15]	var.	23.5	Aeusserst ruhig, aber dunstig.	—	S.
20	» 28	12.25	α Tauri	[+ 15]	18.0	23.5	Sehr ruhig.	60	S.
21	Oct. 31	7.25	α Aquilae	[+ 11]	18.0	23.5	Ruhig, aber sehr dunstig.	60	S.
22	Nov. 5	7.04	α Aquilae	[+ 1]	18.0	23.5	Ausserordentlich ruhig und durchsichtig.	65	S.
23	» 5	9.33	α Arietis	[0]	18.0	23.5	Ausserordentlich durchsichtig, sehr ruhig.	90	S.
24	» 5	12.00	β Orionis	[— 1]	18.0	23.5	Ausserordentl. durchsicht.; trotz tiefen Standes recht	60	V. u. S.
25	» 6	7.71	β Andromedae	[— 3]	18.0	23.5	Sehr ruhig und durchsichtig. [ruhig.	65	S.
26	Nov. 7	6.13	α Ursae maj.	— 2.5	18.0	23.5	Sehr unruhig, mässig durchsichtig.	75	V. u. S.
27	» 7	9.42	ε Ursae maj.	— 3.0	18.0	23.5	Sehr unruhig, nicht sehr durchsichtig.	70	V. u. S.
28	» 7	10.75	ζ Ursae maj.	— 3.5	18.0	23.5	Sehr unruhig, nicht sehr durchsichtig.	60	S.
29	» 9	7.25	β Ursae min.	+ 0.5	22.0	23.5	Sehr ruhig und durchsichtig.	70	S.
30	» 9	9.75	α Aurigae	— 0.5	22.0	23.5	Aeusserst ruhig und durchsichtig.	60	S.

Digitized by Google

Platten-Nr.	Datum	Mittl. Zeit Potsdam	Stern	Temperatur Celsius	Einstellung am Collimator	Einstellung am Camera-Objectiv	Luftbeschaffenheit	Expos.-Dauer	Beob.
	1888								
31	Nov. 9	11h67	α Ursae maj.	— 1°5	22.0	23.5	Recht ruhig und sehr durchsichtig.	60m	S.
32	» 10	7.13	ε Pegasi	— 1.0	22.0	23.5	Sehr ruhig und durchsichtig.	75	S.
33	» 10	10.00	β Ceti	— 2.5	22.0	23.5	Trotz tiefen Standes recht ruhig und durchsichtig.	60	S.
34	» 10	11.83	α Tauri	— 3.5	22.0	23.5	Ruhig und sehr durchsichtig.	70	V.u.S.
35	» 11	8.00	α Lyrae	0.0	22.0	23.5	Aussergewöhnlich ruhig und durchsichtig.	60	S.
36	Nov. 11	10.75	α Cygni	— 2.0	22.0	23.5	Recht ruhig, sehr durchsichtig.	60	S.
37	» 12	6.75	α Pegasi	+ 0.5	22.0	23.5	Sehr ruhig, durchsichtig.	60	V.u.S.
38	» 12	9.29	α Ceti	0.0	22.0	23.5	Sehr ruhig und durchsichtig.	65	S.
39	» 12	11.08	γ Cygni	0.0	22.0	23.5	Sehr ruhig und sehr durchsichtig.	70	S.
40	» 13	7.25	α Lyrae	0.0	22.0	23.5	Sehr ruhig und durchsichtig.	70	S.
41	Nov. 13	9.71	α Cygni	— 1.5	22.0	23.5	Ruhig und durchsichtig.	65	V.u.S.
42a	» 13	11.29	Mond	— 2.0	22.0	23.5	Gut.	25	S.
42b	» 13	11.71	Mond	— 2.0	22.0	23.5	Gut.	25	S.
43	» 14	7.00	α Ursae min.	[— 1]	22.0	23.5	Ruhig und durchsichtig.	60	S.
44	» 14	10.04	β Aurigae	[— 1]	22.0	23.5	Sehr unruhig, nur mässig durchsichtig, später trübe.	65	S.
45	» 16	8.96	α Aurigae	[+4 bis +8]	22.0	23.5	Sehr unruhig, dunstig; bald trübe.	15	S.
46	Dec. 1	8.38	α Aurigae	+ 5.5	22.0	22.0	Sehr ruhig, aber wenig durchsichtig.	65	V.u.S.
47	» 1	9.50	α Orionis	+ 5.0	21.0	22.0	Unruhig, sehr dunstig, zuletzt ganz trübe.	40	S.
48	» 1	12.42	α Canis maj.	+ 4.0	21.0	22.0	Sehr unruhig, aber ziemlich durchsichtig.	70	S.
49	» 3	11.42	β Orionis	+ 5.0	21.0	22.0	Unruhig, nicht sehr durchsichtig.	50	S.
50	» 4	6.63	β Persei	+ 5.0	21.0	22.0	Sehr ruhig und durchsichtig.	65	S.
51	Dec. 4	9.50	β Tauri	+ 4.0	21.0	22.0	Anfangs dunstig, später besser; sehr ruhig.	60	S.
52	» 4	11.38	α Tauri	+ 4.0	21.0	22.0	Sehr durchsichtig und ruhig.	65	V.u.S.
53	» 5	6.38	α Persei	+ 4.5	21.0	22.0	Etwas dunstig, aber sehr ruhig.	65	S.
54	» 5	9.00	α Arietis	+ 4.0	21.0	22.0	Ausserordentlich ruhig und durchsichtig.	60	S.
55	» 6	8.08	α Ursae min.	+ 2.0	20.0	22.0	Sehr ruhig, etwas nebelig.	70	V.
56	Dec. 7	4.42	Venus	+ 2.0	20.0	22.0	Unruhig, ziemlich durchsichtig.	30	S.
57	» 7	6.54	α Andromedae	+ 0.5	20.0	21.5	Unruhig, nicht sehr durchsichtig.	65	S.
58	» 7	9.17	β Tauri	— 0.5	20.0	21.5	Aeusserst unruhig; ziemlich durchsichtig.	60	S.
59	» 7	11.00	γ Orionis	— 0.5	20.0	21.5	Sehr unruhig; ziemlich durchsichtig.	60	S.
60	» 8	6.54	β Andromedae	+ 2.5	20.0	21.5	Sehr ruhig, wenig durchsichtig.	65	S.
61	Dec. 8	10.17	α Orionis	+ 2.0	20.0	21.5	Ruhig, ziemlich durchsichtig.	60	V.u.S.
62	» 8	12.33	α Canis min.	+ 2.0	20.0	21.5	Unruhig, ziemlich durchsichtig.	60	S.
63	» 10	6.54	α Persei	+ 1.5	20.0	21.5	Ruhig u. durchsicht., zuweilen vorbeiziehende Wolken.	65	S.
64	» 10	9.67	δ Orionis	0.0	20.0	21.5	Ruhig und durchsichtig.	60	S.
65	» 10	11.83	β Orionis	— 0.5	20.0	21.5	Ruhig und sehr durchsichtig.	60	S.
66	Dec. 13	5.83	γ Andromedae	— 1.0	20.0	21.5	Sehr ruhig, etwas dunstig.	60	S.
67	» 13	6.92	α Aurigae	— 2.0	20.0	21.5	Sehr ruhig, etwas dunstig.	50	S.
68	» 13	12.42	α Canis maj.	— 4.0	21.0	21.0	Unruhig, sehr durchsichtig.	50	S.
69	» 14	6.17	γ Andromedae	— 2.0	21.0	21.0	Ruhig, dunstig.	50	S.
70	» 14	11.67	γ Geminorum	— 4.0	21.0	21.0	Sehr unruhig, nicht besonders durchsichtig.	60	S.
71	Dec. 22	10.42	α Geminorum	0.0	21.0	21.5	Recht dunstig, später trübe; ruhig.	50	S.
72	» 26	9.58	γ Orionis	+ 5.0	22.0	21.5	Ruhig, dunstig; häufig Wolken.	60	S.
73	» 28	6.83	γ Cygni	+ 2.0	20.0	21.5	Ruhig, aber sehr dunstig.	60	S.
74	» 28	9.50	ζ Orionis	+ 0.5	20.0	21.5	Sehr dunstig, ziemlich ruhig.	60	S.
75	» 29	6.54	Venus	+ 2.0	20.0	21.5	Dunstig, unruhig.	25	S.
76	Dec. 29	9.58	α Orionis	+ 1.0	20.0	21.5	Dunstig und unruhig.	60	V.u.S.
77	» 29	11.25	α Canis min.	+ 0.5	20.0	21.5	Durchsichtiger und ruhiger.	60	S.
	1889								
78	Jan. 2	5.29	Venus	— 5.5	21.0	21.0	Sehr durchsichtig, aber unruhig.	25	S.
79	» 2	6.25	α Aurigae	-5.5 bis -9.0	21.0	21.0	Nicht sehr durchsichtig und unruhig.	50	S.
80	» 2	12.29	β Orionis	— 12.0	22.0	20.5	Nicht durchsichtig, sehr unruhig.	55	S.
81	Jan. 3	6.50	β Aurigae	— 8.0	22.0	21.0	Recht unruhig, aber sehr durchsichtig.	60	S.
82	» 4	9.00	ε Orionis	— 5.0	21.0	21.0	Unruhig und nicht sehr durchsichtig.	60	S.
83	» 4	10.17	ζ Orionis	— 5.0	21.0	21.0	Unruhig und undurchsichtig.	60	S.
84	» 5	9.00	δ Orionis	— 3.0	21.0	21.0	Sehr ruhig, etwas dunstig.	60	S.
85	» 5	10.25	β Geminorum	— 3.0	21.0	21.0	Sehr ruhig, ziemlich durchsichtig.	70	S.

Digitized by Google

Platten-Nr.	Datum	Mittl. Zeit Potsdam	Stern	Temperatur Celsius	Einstellung am Collimator	Einstellung am Camera-Objectiv	Luftbeschaffenheit	Expos.-Dauer	Beob.
86	Jan. 6	5h67	β Persei	— 2°0	21.0	21.0	Sehr ruhig, durchsichtig.	60m	S.
87	» 6	9.50	γ Geminorum	— 2.0	21.0	21.0	Sehr ruhig, durchsichtig.	60	S.
88	» 9	5.50	β Persei	— 0.5	21.0	21.5	Sehr ruhig und durchsichtig.	60	S.
89	» 9	8.67	γ Cassiopejae	— 3.0	21.0	21.0	Ruhig und durchsichtig.	60	S.
90	» 9	10.00	α Cassiopejae	— 4.0	21.0	21.0	Unruhig, durchsichtig.	60	S
91	Jan. 13	9.00	β Cassiopejae	— 4.0	21.0	21.0	Ausserordentlich unruhig; ziemlich durchsichtig.	60	S.
92	» 14	8.83	β Cassiopejae	— 10.5	22.0	20.5	Aeusserst unruhig; nicht sehr durchsichtig.	60	S.
93	Febr. 3	7.33	β Orionis	+ 1.0	21.0	21.5	Sehr ruhig; dunstig.	60	S.
94	» 3	9.25	β Geminorum	+ 2.0	21.0	21.5	Ausserordentlich ruhig. Wolken, später trübe.	30	S.
95	» 5	5.75	α Aurigae	— 2.0	20.0	21.5	Recht ruhig und durchsichtig.	30	S.
96	Febr. 7	7.00	β Orionis	0.0	21.0	21.5	Sehr ruhig und durchsichtig.	60	S.
97	» 10	6.13	Venus	— 4.0	21.0	21.5	Sehr ruhig und durchsichtig.	15	S.
98	, 10	6.50	Venus	— 4.0	17.0	21.5	Sehr ruhig und durchsichtig.	20	S.
99	» 10	6.83	Venus	— 4.0	25.0	21.5	Sehr ruhig und durchsichtig.	20	S.
100	» 10	10.13	α Canis maj.	— 7.0	22.0	21.0	Unruhig, bald trübe.	15	S.
101	Febr. 13	8.79	β Orionis	— 10.0	22.0	20.5	Sehr unruhig, wenig durchsichtig.	55	S.
102	» 28	7.00	β Orionis	— 3.0	21.0	21.0	Unruhig und sehr dunstig.	60	S.
103	März 6	7.08	ε Orionis	— 3.0	21 0	21.0	Sehr ruhig, aber dunstig.	60	S.
104	» 6	9.38	α Canis maj.	— 3.5	21.0	21.0	Sehr ruhig; recht dunstig.	45	S.
105	» 6	10.42	α Aurigae	— 3.5	21.0	21.0	Sehr ruhig, dunstig.	50	S.
106	März 9	9.50	α Leonis	+ 2.5	20.0	21.5	Recht ruhig und sehr durchsichtig.	60	S.
107	» 22	9.33	γ Leonis	+ 1.0	20.0	21.5	Sehr ruhig und durchsichtig.	60	S.
108	» 22	10.67	α Geminorum	+ 0.5	20.0	21.5	Sehr ruhig, ziemlich durchsichtig.	60	S.
109	April 2	8.67	γ Leonis	+ 5.0	20.0	22.0	Sehr ruhig und durchsichtig.	60	S.
110	» 2	10.00	δ Leonis	+ 4.5	20.0	22.0	Sehr ruhig und durchsichtig.	60	S.
111	April 2	11.25	β Leonis	+ 4.0	20.0	22.0	Sehr ruhig und durchsichtig.	60	S.
112	» 3	7.50	β Orionis	+ 6.0	20.0	22.0	Unruhig, ziemlich durchsichtig.	60	S.
113	» 3	9.33	α Hydrae	+ 5.0	20.0	22.0	Aeusserst ruhig und durchsichtig.	60	S.
114	» 3	10.67	γ Leonis	+ 4.0	20.0	22.0	Aeusserst ruhig und durchsichtig. Ganz vorzüglich.	60	S.
115	» 4	8.75	α Leonis	+ 5.0	20.0	22.0	Sehr ruhig und durchsichtig.	50	S.
116	April 4	9.83	β Leonis	+ 5.0	20.0	22.0	Sehr ruhig und durchsichtig.	60	S.
117	» 4	11.08	α Bootis	+ 4.5	20.0	22.0	Etwas unruhig; sehr durchsichtig.	60	S.
118	» 19	9.50	α Geminorum	+ 10.0	19.0	22.5	Dunstig, bald trübe; sehr ruhig.	60	S.
119	» 21	9.25	α Virginis	+ 11.0	19.0	22.5	Sehr ruhig, aber dunstig. Bald trübe.	50	S.
120	» 29	8.83	δ Leonis	+ 16.0	18.0	23.0	Recht dunstig, aber sehr ruhig.	60	S.
121	April 29	10.00	γ Leonis	+ 15.0	18.0	23.0	Mässig durchsichtig und ruhig.	60	S.
122	» 29	11.17	α Virginis	+ 15.0	18.0	23.0	Sehr durchsichtig, etwas unruhig.	60	S.
123	» 30	8.96	α Bootis	+ 16.0	17.0	23.0	Recht undurchsichtig; sehr ruhig.	55	S.
124	» 30	10.08	α Coronae	+ 15.0	17.0	23.0	Sehr dunstig, später trübe; sehr ruhig.	30	S.
125	Mai 1	10.96	α Virginis	+ 15.0	19.0	23.0	Sehr ruhig und durchsichtig.	55	S.
126	Mai 3	11.00	β Ursae min.	+ 16.0	19.0	23.0	Zuerst sehr ruhig, dann unruhig; durchsichtig, zuweilen	60	S.
127	» 4	9.83	β Ursae min.	+ 18.0	18.0	23.5	Aeusserst ruhig und durchsichtig. [Wolken.	60	S.
128	» 4	11.17	α Ursae maj.	+ 16.0	19.0	23.5	Sehr ruhig und durchsichtig.	60	S.
129	» 5	10.00	ε Bootis	+ 17.0	19.0	23.0	Sehr ruhig und durchsichtig.	60	S.
130	» 5	11.25	β Librae	+ 16.0	19.0	23.0	Etwas unruhig, sehr durchsichtig.	60	S.
131	Mai 13	10.50	β Librae	+ 19.0	18.5	23.0	Etwas unruhig; nicht sehr durchsichtig.	60	S.
132	» 13	11.58	α Serpentis	+ 18.0	18.5	23.0	Ziemlich unruhig, etwas undurchsichtig.	60	S.
133	» 17	9.67	α Bootis	+ 18.0	18.5	23.0	Ruhig, aber dunstig.	60	S.
134	» 17	11.00	α Coronae	+ 18.0	18.5	23.0	Ruhig und ziemlich durchsichtig.	60	S.
135	» 21	10.58	ε Bootis	+ 20.0	18.0	23.5	Ziemlich ruhig, recht durchsichtig.	60	S.
136	Mai 22	10.58	α Coronae	+ 21.0	18.0	23.5	Ruhig, sehr durchsichtig.	60	S.
137	» 22	12.00	α Ursae maj.	+ 19.0	18.0	23.5	Recht unruhig, aber sehr durchsichtig.	60	S.
138	» 23	10.50	β Ursae maj.	+ 21.0	18.0	23.5	Etwas unruhig, sehr durchsichtig.	60	S.
139	» 23	12.00	ε Ursae maj.	+ 19.0	18.0	23.5	Ziemlich unruhig, sehr durchsichtig.	60	S.
140	» 24	10.50	γ Ursae maj.	+ 20.0	18.0	23.5	Etwas unruhig, sehr durchsichtig.	60	S.
141	Mai 24	11.67	ε Ursae maj.	+ 19.0	18.0	23.5	Etwas unruhig, sehr durchsichtig.	40	S.
142	» 25	10.42	β Ursae maj.	+ 20.0	18.0	23.5	Sehr ruhig, mässig durchsichtig.	60	S.
143	» 25	11.83	ζ Ursae maj.	+ 19.0	18.0	23.5	Ziemlich ruhig und durchsichtig.	60	S.
144	» 31	10.50	α Lyrae	+ 23.0	17.5	23.5	Sehr ruhig und durchsichtig.	60	S.
145	» 31	12.00	η Ursae maj.	+ 21.0	17.5	23.5	Etwas unruhig, sehr durchsichtig.	60	S.

Digitized by Google

Platten-Nr.	Datum	Mittl. Zeit Potsdam	Stern	Temperatur Celsius	Einstellung am Collimator	Einstellung am Camera-Objectiv	Luftbeschaffenheit	Expos.-Dauer	Beob.
	1889								
146	Juni 1	10h83	γ Ursae maj.	+ 23°5	17.5	23.5	Sehr ruhig und durchsichtig.	60m	S.
147	» 2	10.75	β Ursae min.	+ 24.5	17.5	23.5	Sehr ruhig und durchsichtig.	60	S.
148	» 6	10.25	α Lyrae	+ 23.5	17.5	23.5	Sehr ruhig und durchsichtig.	30	S.
149	» 6	11.33	α Cygni	+ 21.5	17.5	23.5	Sehr durchsichtig und ruhig.	60	S.
150	» 7	10.58	β Herculis	+ 23.5	17.5	23.5	Sehr ruhig und durchsichtig.	60	S.
151	Juni 7	12.08	α Ophiuchi	+ 21.5	17.5	23.5	Sehr ruhig und durchsichtig.	50	S.
152	» 25	10.92	β Herculis	+ 21.0	18.0	23.0	Sehr ruhig; wenig durchsichtig.	60	S.
153	Sept. 4	9.08	β Andromedae	+ 11.5	19.0	22.5	Unruhig, ziemlich durchsichtig.	60	S.
154	» 15	9.00	α Aurigae	+ 9.0	19.0	22.5	Ziemlich ruhig und durchsichtig.	60	S.
155	» 15	10.08	α Lyrae	+ 8.0	19.0	22.5	Sehr ruhig, ziemlich durchsichtig.	30	S.
156	Nov. 13	9.33	β Persei	+ 5.0	20.0	22.0	Sehr ruhig und durchsichtig.	60	S.
157	» 23	9.00	β Persei	+ 1.5	20.0	21.5	Sehr ruhig und durchsichtig.	60	V.
158	» 23	11.00	α Aurigae	+ 1.5	20.5	21.5	Sehr ruhig und durchsichtig.	60	V.
159	» 24	6.67	α Lyrae	+ 4.0	20.0	22.0	Unruhig, ziemlich durchsichtig.	30	S.
160	» 24	7.63	β Pegasi	+ 4.0	20.0	22.0	Ziemlich ruhig, nicht sehr durchsichtig.	75	S.
161	Nov. 26	8.50	β Persei	+ 2.0	20.0	22.0	Sehr ruhig, dunstig und vorüberziehende Wolken.	60	S.
162	Dec. 21	6.00	β Persei	0.0	20.5	21.5	Unruhig, aber durchsichtig.	60	S.
	1890								
163	Jan. 1	5.75	β Persei	— 2.0	20.5	21.5	Sehr ruhig, wenig durchsichtig.	60	S.
164	» 3	5.50	β Persei	+ 1.0	21.0	21.5	Sehr ruhig, dunstig; zuletzt trübe.	60	S.
165	» 8	7.58	α Tauri	+ 7.0	19.6	22.3	Sehr ruhig und durchsichtig.	90	V. u. S.
166	Jan. 8	9.50	β Orionis	+ 5.8	19.6	22.3	Sehr ruhig und durchsichtig; zuletzt etwas dunstig.	60	V. u. St.
167	» 9	6.25	α Aurigae	+ 3.8	20.0	21.7	Luft gut; nach ☾-Aufgang zeigten sich Streifenwolken.	60	V. u. St.
168	» 9	7.70	α Tauri	+ 3.3	20.0	21.7	Scheinbar sehr gut; gegen Schluss Wolken.	70	V. u. St.
169	» 11	8.63	α Orionis	+ 2.4	20.7	21.5	Sehr unruhig, aber durchsichtig, zuletzt Wolken.	75	V. u. St.
170	» 15	—	α Aurigae	+ 5.0	20.0	22.0	Sehr ruhig und mässig durchsichtig.	30	S. u. St.
171	Jan. 15	—	α Aurigae	+ 5.0	15.0	22.0	Sehr ruhig und mässig durchsichtig.	30	S. u. St.
172	» 15	—	α Aurigae	+ 5.0	25.0	22.0	Sehr ruhig und mässig durchsichtig.	30	S. u. St.
173	» 29	9.58	α Canis maj.	+ 1.0	20.5	21.5	Sehr ruhig und durchsichtig.	30	S.
174	» 29	10.25	α Canis maj.	+ 1.0	20.5	21.5	Sehr ruhig und durchsichtig.	30	S.
175	Febr. 7	6.38	α Arietis	+ 2.0	20.5	21.5	Sehr ruhig, später trübe.	45	S.
176	Febr. 12	6.75	α Arietis	— 1.0	20.5	21.5	Sehr ruhig und durchsichtig.	60	S. u. St.
177	» 12	7.83	γ Andromedae	— 1.5	20.5	21.5	Sehr durchsichtig; etwas unruhig.	60	S. u. St.
178	» 12	8.92	α Canis maj.	— 2.0	21.0	21.5	Sehr unruhig, durchsichtig.	30	S.
179	» 20	7.00	α Cassiopejae	— 2.0	21.0	21.5	Ruhig, aber wenig durchsichtig.	60	S. u. St.
180	» 21	7.00	α Cassiopejae	0.0	20.5	21.5	Ruhig, durchsichtig; später trübe.	60	S. u. St.
181	März 13	9.00	ζ Ursae maj.	+ 10.0	19.0	22.5	Etwas unruhig, recht durchsichtig.	60	S. u. St.
182	» 15	9.00	ζ Ursae maj.	+ 7.5	19.5	22.2	Ruhig, aber sehr undurchsichtig.	60	S. u. St.
183	» 15	11.00	γ Leonis	+ 7.0	19.5	22.2	Ruhig, sehr dunstig.	60	V. u. St.
184	» 29	9.00	ζ Ursae maj.	+ 18.0	17.5	23.0	Etwas unruhig und nicht sehr durchsichtig.	60	S.
185	April 1	8.00	η Ursae maj.	+ 8.0	19.5	22.5	Sehr unruhig, ziemlich durchsichtig.	60	S.
186	April 1	10.08	δ Leonis	+ 8.0	19.5	22.5	Ziemlich ruhig, dunstig; später ganz trübe.	50	S. u. B.
187	» 4	9.25	γ Leonis	+ 8.0	19.0	22.5	Sehr durchsichtig; etwas unruhig.	60	S. u. B.
188	» 4	10.29	δ Leonis	+ 8.0	19.0	22.5	Sehr durchsichtig; unruhig.	45	S. u. B.
189	» 4	11.50	α Virginis	+ 7.0	19.0	22.5	Sehr durchsichtig und unruhig.	60	S. u. B.
190	» 5	8.00	γ Geminorum	+ 13.0	19.5	22.5	Ruhig, aber nicht sehr durchsichtig.	60	S.
191	April 9	9.25	β Leonis	+ 9.0	19.0	22.5	Sehr durchsichtig; ziemlich ruhig.	60	S.
192	» 9	10.50	α Virginis	+ 9.0	19.0	22.5	Ziemlich durchsichtig und ruhig.	60	S. u. B.
193	» 10	11.50	α Virginis	+ 6.0	19.5	22.0	Nicht sehr durchsichtig; ruhig.	60	S.
194	» 11	10.83	α Virginis	+ 6.0	19.5	22.0	Sehr durchsichtig und ruhig.	60	S. u. B.
195	» 13	10.83	α Virginis	+ 5.5	19.5	22.0	Sehr unruhig, aber sehr durchsichtig.	60	S.
196	April 15	9.92	α Bootis	+ 10.0	19.5	22.5	Ziemlich ruhig, dunstig.	60	S.
197	» 15	11.00	α Virginis	+ 9.5	19.5	22.5	Recht unruhig; dunstig.	60	S.
198	Mai 1	10.25	α Virginis	+ 13.5	18.0	22.8	Unruhig und sehr dunstig; Wolken.	60	S.
199	» 4	10.00	α Virginis	+ 15.0	18.5	23.0	Sehr dunstig.	60	S.
200	» 7	9.42	α Virginis	+ 16.0	18.0	23.0	Gut; durchsichtig.	60	S. u. B.

Digitized by Google

Platten-Nr.	Datum	Mittl. Zeit Potsdam	Stern	Temperatur Celsius	Einstellung am Collimator	Einstellung am Camera-Objectiv	Luftbeschaffenheit	Expos.-Dauer	Beob.
	1890								
201	Mai 8	10h43	α Virginis	+ 16°1	18.0	23.0	Gut, durchsichtig; zuweilen Wolken.	52m	V.u.B.
202	» 9	10.08	α Virginis	+ 16.0	18.0	23.0	Durchsichtig, unruhig.	50	S.
203	» 17	10.57	α Virginis	+ 16.0	18.0	23.0	Sehr gut.	52	V.u.B.
204	» 18	10.08	α Virginis	+ 17.5	18.0	23.3	Sehr durchsichtig, ziemlich ruhig.	50	V.u.S.
205	» 23	10.50	α Virginis	+ 15.7	18.0	23.3	Unruhig, aber durchsichtig.	50	V.u.B.
206	Mai 23	11.42	α Bootis	+ 15.6	18.0	23.3	Sehr durchsichtig, etwas unruhig.	50	V.u.B.
207	» 24	10.67	α Virginis	+ 18.5	18.0	23.5	Ziemlich gut, später schlecht.	50	V.u.B.
208	» 25	10.12	α Virginis	+ 20.3	18.0	23.5	Etwas dunstig.	50	V.u.B.
209	» 26	10.72	α Virginis	+ 12.3	19.0	22.7	Unruhig, aber recht durchsichtig.	50	V.u.B.
210	» 27	10.18	α Virginis	+ 13.0	19.0	22.7	Etwas dunstig und unruhig.	52	V.u.B.
211	Mai 28	10.11	α Virginis	+ 14.7	19.0	23.0	Sehr dunstig, ziemlich ruhig.	55	V.u.B.
212	» 31	10.29	α Virginis	+ 10.3	19.2	22.5	Unruhig; ☾ nahe; kurze Zeit Wolken.	55	V.u.B.
213	Juni 4	10.27	α Virginis	+ 20.7	18.7	23.5	Etwas dunstig.	60	V.u.B.
214	Juli 9	10.75	ζ Ursae maj.	+ 17.0	18.5	23.0	Sehr ruhig, ziemlich durchsichtig.	60	S.
215	» 13	10.33	ζ Ursae maj.	+ 16.5	18.5	23.0	Sehr ruhig, etwas dunstig.	60	S.
216	Juli 14	10.58	ζ Ursae maj.	[+ 24.0]	17.0	23.8	Dunstig und unruhig.	60	S.u.B.
217	Sept. 5	9.00	ζ Ursae maj.	+ 16.0	18.0	23.0	Ruhig, etwas dunstig.	60	V.
218	» 8	8.04	ζ Ursae maj.	+ 15.5	18.0	23.0	Sehr durchsichtig, kurze Zeit Wolken.	65	V.u.S.
219	» 13	10.83	β Persei	+ 13.0	18.5	22.8	Gut.	60	S.
220	Oct. 13	9.75	β Persei	+ 12.0	19.0	22.5	Dunstig, aber sehr ruhig. [unterbrochen.	60	S.
221	Nov. 16	6.96	β Persei	+ 7.0	19.5	22.5	Zieml. ruhig u. durchsicht.; aber fortwähr. durch Wolken	75	S.
222	» 22	9.50	β Aurigae	+ 6.0	19.5	22.0	Ruhig u. durchsichtig; häufig durch Wolken unterbr.	60	V.S.B.
223	» 25	5.96	α Lyrae	— 2.0	21.0	21.5	Ruhig, durchsichtig.	45	S.u.B.
224	» 25	9.71	β Aurigae	— 3.0	21.0	21.5	Ruhig, durchsichtig.	45	S.u.B.
225	» 25	10.75	γ Lyrae	— 3.0	21.0	21.5	Ruhig; sehr tiefer Stand.	40	S.u.B.
226	Nov. 26	8.71	α Lyrae	— 8.5	22.5	20.0	Durchsichtig; anfänglich sehr unruhig.	45	V.u.B.
227	» 26	10.17	β Aurigae	— 10.3	22.5	20.5	Durchsichtig und ziemlich ruhig.	60	V.u.B.
228	Dec. 14	8.00	β Aurigae	— 8.0	22.2	20.5	Sehr unruhig; anfänglich 10m Nebel.	70	V.u.B.
229	» 21	6.63	β Aurigae	— 1.5	21.0	21.5	Etwas dunstig.	64	V.S.B.
	1891								
230	Febr. 1	9.88	γ Orionis	+ 3.0	20.5	22.0	Dunstig, zuweilen sehr stark.	65	S.u.B.
231	Febr. 4	6.92	β Orionis	+ 3.0	20.5	22.0	Ausgezeichnet durchsichtig; etwas unruhig.	60	S.u.B.
232	» 4	8.08	γ Orionis	+ 2.0	20.5	22.0	Ausgezeichnet durchsichtig.	60	S.u.B.
233	» 4	10.83	β Orionis	+ 2.0	20.5	22.0	Ausgezeichnet durchsichtig; etwas unruhig.	60	S.u.B.
234	» 5	6.17	β Tauri	+ 1.2	20.5	21.5	Ziemlich durchsichtig.	60	S.u.B.
235	» 5	9.58	α Canis min.	— 1.0	21.0	21.5	Dunstig und zum Schluss Nebel.	40	V.u.B.
236	Febr. 7	8.25	γ Geminorum	— 1.0	21.0	21.3	Sehr gut.	60	V.u.B.
237	» 7	9.29	α Canis maj.	— 1.5	21.0	21.3	Sehr gut.	35	V.u.B.
238	» 13	6.75	α Andromedae	— 1.5	21.0	21.3	Gut durchsichtig, aber unruhig.	60	S.u.B.
239	» 26	7.10	δ Orionis	+ 5.0	20.0	22.0	Gut und ruhig.	60	V.u.B.
240	» 27	7.00	δ Orionis	+ 3.0	20.5	21.8	Gut und durchsichtig.	60	V.u.B.
241	Febr. 27	12.50	α Coronae	— 0.5	21.0	21.5	Gut und durchsichtig.	60	V.u.B.
242	» 28	12.67	α Coronae	+ 2.0	20.5	21.7	Etwas dunstig.	60	S.u.B.
243	März 16	11.83	α Coronae	+ 6.0	19.5	22.0	Ruhig.	60	S.u.B.
244	» 17	9.50	β Persei	+ 7.5	19.5	22.0	Ruhig, etwas dunstig.	60	S.
245	» 17	11.67	α Coronae	+ 7.0	19.5	22.0	Ruhig, etwas dunstig.	60	S.u.B.
246	März 21	7.32	α Canis maj.	+ 2.0	20.7	21.5	Gut.	48	V.u.B.
247	» 21	8...	α Canis maj.	+ 2.0	20.7	21.5	Wolken.	10-15	V.u.B.
248	» 22	7.20	α Canis maj.	+ 2.5	20.5	21.7	Sehr gut.	36	S.
249	April 24	10.00	α Coronae	+ 7.0	19.5	22.3	Etwas dunstig, ruhig.	60	S.u.B.
250	» 24	11.17	α Virginis	+ 6.5	19.5	22.3	Etwas dunstig, aber ruhig.	60	S.u.B.
251	April 27	11.00	α Virginis	+ 9.0	19.5	22.3	Sehr gut.	60	S.u.B.
252	Mai 3	10.67	α Virginis	+ 13.5	19.0	22.8	Ziemlich gut.	60	S.u.B.

Digitized by Google

Bemerkungen.

Nr. 1. Nicht kräftig genug zur Messung.
» 7. Stern tief am westlichen Horizont. Spectrum trotzdem gut.
» 13. Unterexponirte Aufnahme.
» 18. Spalt aussergewöhnlich eng.
» 19. Spalt etwas zu weit.
» 27. Unterexponirte und verwaschene Aufnahme.
» 28. Unterexponirt.
» 33. Stern nicht geeignet.
» 38. Stern nicht geeignet.
» 42^a u. 42^b. Zur Justirung des Instrumentes benutzt.
» 45. Unterexponirt.
» 47. Aufnahme zu schwach.
» 52. Spalt sehr eng.
» 54. Zum Messen unbrauchbar.
» 56. Venus tief am Horizonte. Spectrum vorzüglich.
» 60. Spectrum zu schwach zur Messung.
» 69. Uhrwerk functionirt schlecht.
» 72. Collimatoreinstellung aus Versehen unrichtig.
» 74. Erzittern des Fernrohrs in Folge des heftigen Südwestwindes.
» 75. Sehr tiefer Stand; Aufnahme zur Messung ungeeignet.
» 79. Temperatur sank während der Exposition von — 5°5 bis — 9°0.
» 90. Spectrum zu schwach zur Messung.
» 95. Collimator falsch eingestellt.
Nr. 97, 98 u. 99. Zu Versuchen über den Einfluss der Einstellung des Collimators, 99 auch zur Ermittelung der Bewegung benutzt.
» 104. Unterexponirt; unbrauchbar zur Messung.
» 107 bis 112. Sehr enger Spalt, 107, 109 und 110 in Folge dessen zu schwach zur Messung.
» 113. Stern nicht geeignet.
» 121. Zur Messung zu schwach.
» 123. Collimatoreinstellung unrichtig.
» 124. Zur Messung unbrauchbar.
» 131. Spectrum zu schwach.
» 136. Gleichzeitig das Mg-Spectrum mit aufgenommen.
» 158. Stark überexponirt.
» 160. Erzittern des Fernrohrs wegen heftigen Windes. Spalt sehr weit.
» 161. Spalt noch etwas zu weit.
» 163. Uhrwerk versagt häufig.
» 165. Zur Messung unbrauchbar. Spalt sehr eng.
» 167. Ueberexponirt.
» 170, 171 u. 172. Zu Versuchen über den Einfluss der Einstellung des Collimators benutzt; zu Bewegungsbestimmungen ungeeignet.
» 183. Zu schwach zur Messung.
» 225. Nicht zur Messung geeignet.
» 246, 247 u. 248. Fe als Vergleichsspectrum.

Beschreibung des Messapparates und der Messmethode.

Die Ausmessung der Spectralphotographien geschieht mit Hülfe eines Messapparates, dessen Construction aus der nachstehenden Abbildung näher zu ersehen ist. Das Mikroskop M kann mit Hülfe des Knies K geneigt werden, um dem Beobachter eine bequeme Kopfhaltung beim Messen zu ermöglichen. Es besitzt zwei Objective und ist ausserdem so eingerichtet, dass durch Verlängerung des Mikroskopkörpers eine Variation der Vergrösserung gegeben ist. Letztere kann von 7 bis 35fach gesteigert werden, je nachdem es die Schärfe und Kraft der Photographie zulässt. Das Mikroskop zeichnet sich sehr vortheilhaft von ähnlichen Instrumenten dadurch aus, dass der Abstand zwischen Objectiv und Object sehr gross ist; er variirt je nach der Vergrösserung zwischen 100 und 33 Millimetern. Den Tisch des Mikroskops bildet ein Schlittenapparat T, welcher oben eine Glasplatte G trägt, auf welcher die photographischen Platten mit federnden Klammern, die sich durch die Schraube R mehr oder weniger anspannen lassen, festgehalten wird. Der Schlitten ist mit der Mikrometerschraube S von $\overset{mm}{0.25}$ Ganghöhe über die Strecke von 40 Millimetern zu bewegen. B ist der Beleuchtungsspiegel.

Eine genauere Untersuchung der periodischen Ungleichheit der Schraube, welche Dr. Scheiner ausgeführt hat, führte zu dem Resultate, dass die Fehler innerhalb 0.002 Schraubenumdrehung gelegen und daher bei den Beobachtungen zu vernachlässigen sind. Es ist dies um so mehr zulässig, als bei der Ausmessung der Platten verschiedene Theile einer Umdrehung zur Anwendung kommen und die Fehler in den meisten Fällen sich noch aufheben werden. Die fortschreitende Ungleichheit ist ebenfalls so gering, dass sie selbst bei Messungen über grössere Strecken vernachlässigt werden kann;

Digitized by Google

bei der Anwendung der Schraube zu den vorliegenden Messungen kommt sie gar nicht in Betracht, da die Beobachtungen sich meist innerhalb einer Umdrehung bewegen.

Das Mikroskop ist von Mechanikus Töpfer in Potsdam, der Mikrometerapparat von Wanschaff in Berlin gefertigt.

Zunächst war zu ermitteln, welcher Wellenlängendifferenz in der Nähe der $H\gamma$-Linie eine Umdrehung der Schraube des Mikrometerapparates entspricht; es sind zu dem Zwecke mehrere Aufnahmen des Sonnenspectrums angefertigt worden, und unter ihnen wurden zwei der bestgelungenen Platten (I u. II) ausgesucht, die nicht nur hierzu, sondern auch als Grundlage bei Messungen der Linienverschiebungen bei vielen Sternen benutzt worden sind. Wiederholte Vergleichungen beider Platten unter einander haben keine sicher nachweisbaren Differenzen ergeben.

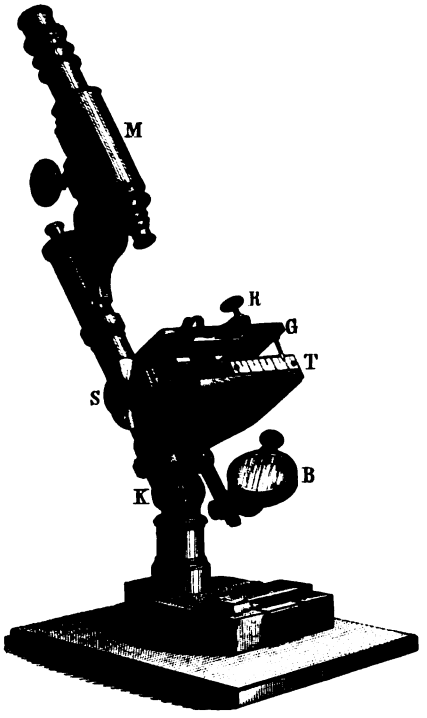


Fig. 5.

Die Beobachtungen zur Ermittelung des Schraubenwerthes in Wellenlängen sind sehr zahlreich; ich begnüge mich, hier nur eine von mir ausgeführte Messungsreihe anzugeben.

(Die angeführten Messungen sind Mittelwerthe aus je 3 Einstellungen.)

	Rowlands ⊙-Spectrum	Potsdamer System	Sonnenspectrum I	Sonnenspectrum II
	431.43 dupl.	431.472	5.225	5.228
	431.51 dupl.	431.544	5.494	5.491
	431.88	431.913	6.650	6.640
	432.10 dupl.	432.131	7.309	7.314
	432.60	432.622	8.902	8.901
$H\gamma$	434.07	434.071	13.455	13.449
	435.20 dupl.	435.223	16.900	16.899
	435.29	435.312	17.181	17.181
	435.98	436.001	19.240	19.245
	436.80 dupl.	436.805	21.647	21.655
	437.13	437.160	22.676	22.680

Durch graphische Ausgleichung und durch Rechnung folgt hieraus $i^R = 0.325\ \mu\mu \pm 0.001$. Im Mittel aus allen Beobachtungen von mir und Dr. Scheiner ist für die $H\gamma$-Linie angenommen und den späteren Rechnungen zu Grunde gelegt worden:

$$i^R = 0.324\ \mu\mu.$$

Es würde eine falsche Vorstellung geben, wollte man die Unsicherheitsgrenzen für diesen Werth, wie es bei der oben angeführten Messungsreihe geschehen ist, direct aus den einzeln erhaltenen Beobachtungen ableiten; die ersteren sind in Folge der Unsicherheiten in der zweiten Decimale der Wellenlänge und in Folge des Umstandes, dass bei sehr eng stehenden, auf den mit dem Spectrographen erhaltenen Photographien nicht mehr zu trennenden Doppellinien sich bei ungleichen Componenten nicht hinreichend sicher ermitteln lässt, in welcher Weise die Ungleichheit der beiden Componenten die Auffassung der Mitte beeinflusst, viel grösser, als aus den Beobachtungen direct gefolgert werden kann. Die Unsicherheit des aus allen Beobachtungen abgeleiteten Werthes ist nach genauen Erwägungen zu einer Einheit der letzten Decimale anzunehmen.

Digitized by Google

Unter Zugrundelegung dieses Werthes lässt sich nun weiter eine mit der Schraube gemessene, durch Bewegung im Visionsradius hervorgerufene Verschiebung der Spectrallinien gegen Linien des Vergleichsspectrums $\Delta\lambda$ in geographischen Meilen ausdrücken. Für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes (Ω) habe ich rund 300000 km, entsprechend 40429 geogr. Meilen, und für die Wellenlänge der $H\gamma$-Linie λ=434.07 $\mu\mu$ angenommen, und damit ergiebt sich nach der Formel $g = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} . \Omega$ für die einer Verschiebung von einer Schraubenumdrehung entsprechende Bewegung:

$$g = 30.18 \text{ geogr. Meilen.}$$

Um über die Unsicherheit dieser Grösse selbst und über den Einfluss der Unsicherheit auf die späteren Messungen eine Vorstellung gewinnen zu lassen, führe ich Folgendes an.

Die Uebereinstimmung der neueren Messungen der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes berechtigen zu der Annahme, dass der von mir angenommene Werth nicht mehr als ± 1000 km oder ± 135 geogr. Meilen von der Wahrheit abweichen wird; nimmt man die Unsicherheit in der Bestimmung des Werthes einer Schraubenumdrehung in Wellenlängen ± 0.001 $\mu\mu$, der Bestimmung von λ für $H\gamma$ zu ± 0.02 $\mu\mu$ an, so ergiebt sich für die Grenzen, zwischen welchen der oben angeführte Werth g gelegen ist, 29.98 und 30.37 geogr. Meilen. Die Bewegung der Sterne im Visionsradius beträgt nun, wie die unten folgenden Beobachtungen zeigen werden, im Durchschnitt inclusive Erdbewegung 4.5 Meilen, entsprechend $0^R.15$, die Unsicherheit, die bei der Berechnung der Bewegung in Meilen aus der beobachteten Verschiebung verbleibt, wird daher nur in seltenen Fällen 0.1 Meile überschreiten.

Der abgeleitete Werth für g gilt streng genommen nur für die Temperatur und für die Einstellung des Cameraobjectivs, bei welcher die Aufnahme des den Messungen zu Grunde liegenden Sonnenspectrums ausgeführt wurde, da die Dispersion mit der Temperatur, namentlich aber die Ausdehnung des Spectrums mit der Verstellung des Cameraobjectivs geändert wird. Es ist aber am einfachsten, ihn als Constante anzusehen und an die in Schraubenumdrehungen ausgedrückten Messungen vor der Multiplication mit g Correctionen anzubringen, durch welche die Ausdehnung des betreffenden Sternspectrums auf die des Sonnenspectrums reducirt wird. Aus vielen Vergleichungen und Messungen hat sich die nachstehende Correction ergeben, welche stets so anzubringen ist, dass die gemessenen Distanzen grösser werden.

Einstellung des Cameraobjectivs:	23.5	23.0	22.5	22.0	21.5	21.0	20.5
Correction für 1^R:	$0^R.000$	$0^R.001$	$0^R.003$	$0^R.004$	$0^R.005$	$0^R.007$	$0^R.010$

Erst bei einer Verschiebung von $0^R.17$, entsprechend 5 geogr. Meilen, kann die Correction bis auf 0.0017 anwachsen und die Zehntelmeile beeinflussen. Bei Messungen in den Sternspectren der ersten Spectralclasse ist die Reduction stets bis zur Grenze $0^R.001$ geführt worden. Bei den Sternen der zweiten Spectralclasse lässt sich eine noch grössere Genauigkeit erreichen; bei der Ausmessung dieser Spectra ist, wie im Folgenden gezeigt werden wird, eine Messmethode gewählt worden, bei welcher eines der öfter erwähnten Sonnenspectra zu Grunde gelegt ist, und eine Reduction auf die Ausdehnung des Sonnenspectrums bei jeder Aufnahme in aller Strenge erfolgt.

Die Ausmessung der Platten behufs Bestimmung der Linienverschiebung ist nach zwei wesentlich verschiedenen Methoden ausgeführt worden. Bei den linienreichen Spectren der zweiten und dritten Spectralclasse lag es nahe, zur Ermittelung der Differenz zwischen der künstlichen, das Sternspectrum durchsetzenden Wasserstofflinie $H\gamma$ und der entsprechenden Linie im Sternspectrum andere Linien hinzuzuziehen, um eine Steigerung der Genauigkeit zu erzielen; ja es stellte sich sogar als Nothwendigkeit heraus, andere Linien im Sternspectrum als die Wasserstofflinie mit der künstlichen Linie zu vergleichen, da diese bei der durchschnittlich sehr geringen Verschiebung die Wasser-

Digitized by Google

stofflinie ganz oder theilweise deckte. Im Verlauf der Voruntersuchungen zu den Messungen ergab sich, wie schon erwähnt, dass die Ausdehnung der Spectra in Folge der verschiedenen Temperaturen und der verschiedenen Einstellungen des Cameraobjectivs bei der Exposition beträchtlichen Schwankungen unterworfen war, dass aber die Reduction der Spectra auf die einer bestimmten Einstellung und Temperatur entsprechende Ausdehnung mit Hülfe der zur Zeit der Beobachtung gemachten Angaben über Objectivstellung und Temperatur sich in Anbetracht der ausserordentlich feinen Messungen überall da nicht mit genügender Sicherheit ausführen liess, wo es sich um etwas grössere Distanzen handelte.

Die Schwierigkeiten, die sich anfänglich in den Weg stellten, wurden nun vollkommen dadurch gehoben, dass ich gleichzeitig mit den Sternspectren ein und dasselbe Sonnenspectrum ausmass. Wie ich schon auf Seite 32 erwähnt habe, sind eine Reihe von Aufnahmen des Sonnenspectrums angefertigt worden; unter ihnen wurden zwei der bestgelungenen ausgesucht und zunächst zur Ableitung des Werthes einer Schraubenumdrehung des Messapparates in Wellenlängen verwendet. Die mit II bezeichnete Aufnahme ist später fast ausschliesslich den Verschiebungsmessungen zu Grunde gelegt worden. Das Sonnenspectrum war 3.5 Millimeter hoch; die Platte ist in der Mitte der Länge nach zerschnitten worden und wurde bei der Messung so auf das Sternspectrum gelegt, dass beide Spectra, Sonne und Stern, über einander erschienen und nur durch einen geringen Zwischenraum getrennt waren. Die Photographie des Sonnenspectrums wird durch das Glas hindurch beobachtet, da sie, um Parallaxe zu vermeiden, verkehrt gelegt werden muss, so dass die Gelatineschichten beider Platten auf einander liegen; sie ist deshalb zerschnitten, um das Bild des Sternspectrums nicht durch die unvermeidlichen Unreinlichkeiten in der Gelatineschicht der Sonnenplatte, durch welche hindurch man das Sternspectrum hätte beobachten müssen, zu beeinflussen. Mit Leichtigkeit lässt es sich erreichen, dass die Linien des einen Spectrums nahezu die Verlängerung derjenigen des anderen bilden. Die Einstellung auf einen Faden des im Ocular des Mikroskops befindlichen Fadensystems geschieht nun durch Bewegung des oben erwähnten Schlittenapparates, auf welchem beide Platten befestigt sind. Bei den definitiven Messungen wurden gewöhnlich erst 4 Einstellungen auf eine Linie des Sonnenspectrums, dann ebenso viele auf die entsprechende Linie des Sternspectrums gemacht, wobei die Linien möglichst in der Nähe der $H\gamma$-Linie zu beiden Seiten derselben ausgewählt worden sind. Im Sterne ist die Wasserstofflinie $H\gamma$ nur dann mit gemessen, wenn sie völlig getrennt von der künstlichen Linie erschien; statt ihrer ist die $H\gamma$-Linie im Sonnenspectrum 6 bis 8mal und ebenso oft die künstliche Wasserstofflinie im Sternspectrum eingestellt worden.

Die Differenzen der Messungen an den verschiedenen Linien im Sonnen- und Sternspectrum ergaben im Mittel die zufällige Lage des Sternspectrums zum Sonnenspectrum; dieses Mittel, an die Differenz zwischen der $H\gamma$-Linie im Sonnenspectrum und der künstlichen Linie im Sternspectrum angebracht, giebt die gesuchte wirkliche Verschiebung der Linien des Sternspectrums gegen die künstliche Linie. Ist das Sternspectrum, wie es meist der Fall gewesen ist, bei anderer Temperatur aufgenommen worden als das Sonnenspectrum, so werden die Differenzen Sonne — Stern ungleich sein und einen Gang zeigen. Unter der Voraussetzung einfacher proportionaler Aenderung, die bei den geringen Distanzen, die stets nur in Anwendung gekommen sind ($\pm$ 2^{mm} von der künstlichen Linie), zulässig ist, hat erst eine Reduction der Beobachtungen auf die Dispersion des Sonnenspectrums stattfinden müssen. Ich bemerke hierzu, dass auch eine scheinbare Dispersionsverschiedenheit durch eine kleine Neigung der Spectra gegen einander beim Einlegen unter das Mikroskop hervorgerufen werden kann, und dass deshalb bei wiederholter Bestimmung an ein und derselben Platte zu verschiedenen Zeiten nicht genau derselbe Dispersionsunterschied zu resultiren braucht.

Zur näheren Erläuterung des Verfahrens setze ich hier die Messungen her, welche ich an einer Aufnahme von α Ursae minoris ausgeführt habe. In der ersten Columne sind die Wellenlängen

Digitized by Google

der gemessenen Linien (Potsdamer System), in der zweiten die Mittelwerthe aus 4 Einstellungen (bei der $H\gamma$-Linie aus 8) auf Linien des Vergleichsspectrums (Sonne), in der dritten Columne die Mittelwerthe aus ebenso vielen Einstellungen auf die entsprechenden Linien des Sternspectrums, bezw. auf die künstliche Linie, in Schraubenumdrehungen gegeben, die vierte Columne enthält die Abweichungen zwischen den beiden Messungen im Sinne: Sonne — Stern, welche einen ausgesprochenen Gang zeigen. Nach Reduction der Beobachtungen auf die Dispersion des Sonnenspectrums unter der Annahme einfacher proportionaler Aenderung und unter der Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate ergeben sich die in der fünften Columne aufgeführten corrigirten Differenzen, die nur angeführt worden sind, um ein Urtheil über die Uebereinstimmung der Messungen zu ermöglichen. Aus der Formel $D = + 0^{R}.010 + 0.0033\ (21^{R}.2 - 23^{R}.3)$, in welcher das erste Glied das Mittel der Δ, $21^{R}.2$ die Ablesung für die künstliche Linie (K.L.), $23^{R}.3$ das Mittel der Ablesungen für die Linien im Sternspectrum bedeuten, folgt die Lagendifferenz beider Spectra für die künstliche $H\gamma$-Linie im Sternspectrum, für den vorliegenden Fall $D = + 0^{R}.003$, woraus sich dann nach der hierunter gegebenen Zusammenstellung die Verschiebung V zu $0^{R}.144$ ergiebt.

1888 Dec. 6. — Platte Nr. 55.

W. L.	⊙	*	Δ	Δ_1
432.12	$14^{R}.949$	$14^{R}.968$	$-0^{R}.019$	$+0^{R}.008$
432.62	16.520	16.529	— 0.009	+ 0.013
433.74	20.029	20.032	— 0.003	+ 0.008
$H\gamma$; K.L.	21.079	21.220	— 0.141	
435.22	24.522	24.510	+ 0.012	+ 0.008
437.02	29.906	29.867	+ 0.039	+ 0.017
438.41	33.896	33.856	+ 0.040	+ 0.005

K.L. $= -0^{R}.141$
D $= +0.003$
V $= 0^{R}.144$ (Violett).

Um zu ermitteln, nach welcher Richtung die Verschiebung erfolgt ist, hat man nur die Differenz einer oder mehrerer Linien im Sonnenspectrum gegen die $H\gamma$-Linie mit den entsprechenden Differenzen gegen die künstliche Linie in dem auf die Dispersion des Sonnenspectrums reducirten Sternspectrum zu ermitteln. Eine leichte Ueberlegung ergiebt, dass, wenn im Sonnenspectrum in dem nach Violett gelegenen Theile die Differenzen $\left\{\begin{matrix}\text{kleiner}\\\text{grösser}\end{matrix}\right\}$ sind als im Sternspectrum, eine Verschiebung nach $\left\{\begin{matrix}\text{Violett}\\\text{Roth}\end{matrix}\right\}$ vorliegt. In obigem Beispiel ist die Verschiebung nach Violett erfolgt.

Die grossen Vortheile dieser Art der Messung bestehen hauptsächlich darin, dass jede Voreingenommenheit gänzlich ausgeschlossen ist, da die Grösse der Verschiebung nicht unmittelbar, sondern erst durch Rechnung erhalten werden kann.

Ich gebe in der nachstehenden Figur 6 ein Bild von Sonnen- und Sternspectrum (Negativ) im Gesichtsfelde des Mikroskops, welches nach dem Vorigen keiner weiteren Erläuterung bedarf, und mache nur noch auf den Umstand aufmerksam, dass eng stehende Linien, die im Sternspectrum in eine vielleicht einseitig verwaschene Linie zusammenfliessen, deren Wellenlänge infolge dessen nur unsicher zu bestimmen wäre, und die doch genau bekannt sein müsste, wenn die Messungen nur innerhalb des Sternspectrums gemacht worden wären, mit Hülfe des Sonnenspectrums sicher und leicht zu identificiren sind. Es ist, wie ohne Weiteres einzusehen, ferner auch durchaus nicht nöthig, wirkliche Linien in beiden Spectren mit einander in Vergleich zu bringen, sondern es wird ebenso gut die

Digitized by Google

Messung sich auf einen (im Negativ) dunklen Raum zwischen hellen Linien beziehen können, wenn sich auf denselben besser pointiren liesse, als auf die hellen Linien selbst.

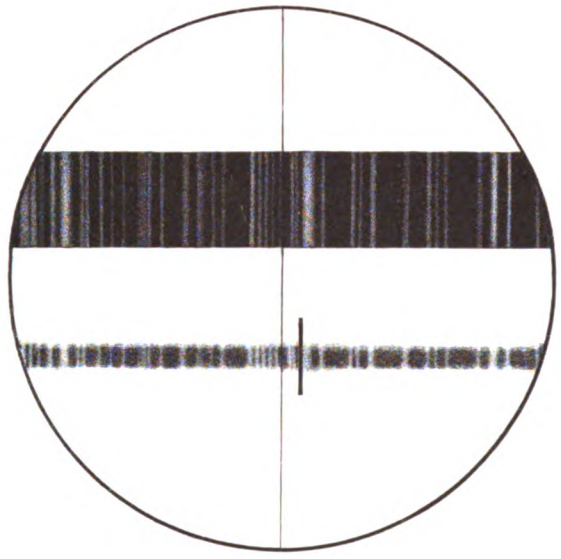


Fig. 6.

Die Fehlerquellen, die bei dieser Art der Messung vorkommen können, will ich hier gleich zur Sprache bringen. Es basirt, wie aus dem Obigen hervorgeht, die Messung der Verschiebung lediglich auf der Vergleichung der $H\gamma$-Linie im Sonnenspectrum mit der künstlichen Linie der ruhenden Lichtquelle, die gleichzeitig mit dem Sternspectrum aufgenommen worden ist; denn die Messungen der anderen Linien sind im Wesentlichen nur das Hülfsmittel, die zufällige Lage des Sternspectrums gegen das Sonnenspectrum unter dem Mikroskop möglichst genau zu bestimmen. Wichtig ist es daher, zu ermitteln, ob bei der Pointirung auf die künstliche $H\gamma$-Linie und auf die entsprechende Linie im Sonnenspectrum constante Fehler vorkommen können. In der Auffassung der Mitte der künstlichen Linie, die eine Breite bis zu $\overset{mm}{0.035}$ besitzt, sind, wenn sie isolirt steht, solche nicht nachweisbar gewesen, wie zahlreiche Beobachtungen von mir und Dr. Scheiner unter Anwendung eines die Richtung der Bewegung des Mikrometerfadens umkehrenden Prismas vor dem Ocular des Mikroskops ergeben haben. Auch die Auffassung der $H\gamma$-Linie im Sonnenspectrum ist immer dieselbe gewesen; sie ist auch unabhängig von dem Spectrum selbst, welches den Messungen zu Grunde gelegen hat, wie die Untersuchung an zu verschiedenen Zeiten aufgenommenen Sonnenspectren gezeigt hat. Dagegen treten, wie später ausführlich erörtert werden wird, constante Auffassungsunterschiede auf, sobald in Folge stärkerer Verschiebung die künstliche Linie in Berührung mit dem continuirlichen Spectrum kommt. Auch zufällig wirkende Fehlerursachen haben sich gezeigt, und hier kommen in erster Linie in Betracht die unter Umständen eintretenden Verbiegungen der künstlichen Linie oder Veränderungen ihres Aussehens durch einseitige Ablagerung des Silberkorns.

In der beistehenden Figur ist eine Verbiegung in übertriebener Weise dargestellt; hier biegt die künstliche Linie, welche nicht genau in der Mitte der hellen Linie (Negativ) im Sternspectrum steht, nach rechts aus und fliesst mit einem dunklen Zwischenraum im Spectrum zusammen. In einem solchen Falle ist die Messung natürlich nicht auf das gekrümmte Stück der Linie im Sternspectrum bezogen worden, sondern es wurden die Berührungsstellen der künstlichen Linie am Sternspectrum mit dem Mikrometerfaden verbunden. Immer bleibt eine geringe Unsicherheit in der Messung bei derartigen Aufnahmen zurück, und es ist deshalb bei den Messungen besonders bemerkt worden, wenn die künstliche Linie auffallend stark verbogen war. Die Erscheinung tritt nicht auf, wenn die künstliche Linie kräftig ist. Bei den ersten Aufnahmen ist das nicht immer der Fall gewesen, da der Wunsch vorlag, so wenig als möglich von dem Sternspectrum zu überdecken, und weil andererseits befürchtet wurde, die Einstellung auf die breitere und kräftigere Linie könnte nur mit geringerer Sicherheit ausgeführt werden.

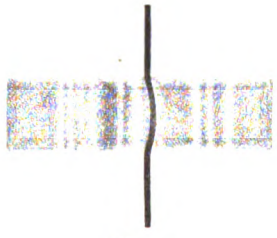


Fig. 7.

Digitized by Google

Deformationen der Linien im Spectrum durch Verunreinigungen in der Gelatine sind ebenfalls beobachtet worden; es kam infolge dessen vor, dass Linien schief standen oder irgend welche Abnormitäten zeigten, die aber leicht als solche zu erkennen waren; die betreffenden Linien sind dann nicht zur Messung benutzt worden.

Im Allgemeinen war die Uebereinstimmung zwischen den Sternen der zweiten Spectralclasse und dem Sonnenspectrum eine sehr nahe und bis in das feinste Detail gehende. Uebergangsformen, nach Cl. I oder nach Cl. III neigend, zeigten zunächst Intensitätsverschiedenheit der Linien, bei stärkerer Abweichung fehlten Linien, oder es traten Linien deutlich hervor, die im Sonnenspectrum kaum zu erkennen waren. Bei einer Liniengruppe kann dadurch eine falsche Auffassung entstehen, und es ist immer mit grosser Sorgfalt darauf geachtet worden, ob derartige Fälle vorlagen, und nach Möglichkeit sind isolirt stehende Linien zur Messung verwendet worden. Mit Vorsicht waren in dieser Hinsicht die sonst recht gut zur Messung geeigneten Liniensysteme 436.8, 437.0 und 437.1 $\mu\mu$ aufzunehmen.

Ich möchte noch hervorheben, dass diese Bemerkungen sich nur auf das sehr kleine Stück des Sonnenspectrums zwischen 431 und 438 $\mu\mu$, welches bei den Messungen in Anwendung gekommen ist, beziehen.

Grosse Veränderungen im Spectrum kann eine Ueberexposition hervorbringen, besonders wenn sie so stark ist, dass nur die hauptsächlichsten Linien im Spectrum übrig bleiben. Derartige überexponirte Platten sind äusserst selten erhalten worden, und einige von diesen mussten ausgeschlossen werden, da sie nicht in Uebereinstimmung mit dem Sonnenspectrum zu bringen waren.

Die Sterne der ersten Spectralclasse zeigen zuweilen ausser den meist breiten und stark ausgeprägten Wasserstofflinien zahlreiche Linien in ihren Spectren, die jedoch immer so fein sind, dass sie nur bei den helleren Sternen deutlich erkannt werden können. Die Mehrzahl dieser Linien gehört dem Eisenspectrum an; sie lassen sich gut mit Linien des Sonnenspectrums identificiren, und es kann die Messung der Verschiebung wie bei der zweiten Spectralclasse mit Beziehung auf das Sonnenspectrum geschehen. Bei den meisten Sternen ist man aber lediglich auf die Wasserstofflinien beschränkt, und da diese so breit sind, dass selbst bei sehr beträchtlichen Geschwindigkeiten im Visionsradius die künstliche Linie noch innerhalb der breiten Sternlinie liegt, hat die Messung der Verschiebung bei dieser Sternclasse anfänglich grosse Schwierigkeiten bereitet, die jedoch schliesslich durch ein sehr einfaches Verfahren überwunden wurden, welches den Beobachter möglichst vor Voreingenommenheit schützt und den Messungen einen Genauigkeitsgrad verleiht, der dem bei den Sternen der zweiten Spectralclasse erreichbaren recht nahe gekommen ist.

Das Aussehen der Wasserstofflinie in den Sternspectren der Classe Ia ist durch die beistehende Curve (Fig. 8) charakterisirt. Ist das mehr oder minder deutlich ausgesprochene Intensitätsmaximum ausserhalb der künstlichen Linie gelegen, so bietet die Messung keine Schwierigkeit. Dieser Fall wird jedoch selten eintreten, da die Breite des Intensitätsmaximums einem Wellenlängenunterschied von etwa 0.03 $\mu\mu$ entspricht und eine Verschiebung gegen die künstliche Linie, bei welcher eine Berührung der Ränder derselben mit der Maximalstelle stattfände, schon eine Geschwindigkeit von 3 geogr. Meilen voraussetzen würde. Gewöhnlich ist aber das Intensitätsmaximum nicht sehr scharf abgegrenzt, und bei der allmählichen Abnahme der Intensität der Schwärzung im Negativ würde die Maximalstelle nur bei erheblich grösseren Verschiebungen sicher aufgefasst werden können. Hier musste also ein besonderes Hülfsmittel erdacht werden, welches darin bestand, die $H\gamma$-Linie im Stern

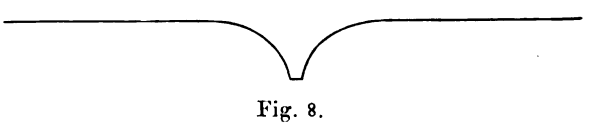


Fig. 8.

Digitized by Google

sammt der künstlichen Linie mit einem breiten Streifen zu verdecken und diesen auf die Mitte der $H\gamma$-Linie zu stellen. Stellt man dann den Mikrometerfaden des Messapparates auf die Mitte dieses Streifens und nach Entfernung des letzteren auf die künstliche $H\gamma$-Linie ein, so giebt die Differenz der Einstellungen die Verschiebung.

Zur näheren Erläuterung des Verfahrens mag die nachstehende Figur 9 *a*, *b*. *c* dienen. In *a* ist ein Stück des Sternspectrums in der Nähe der $H\gamma$-Linie mit der künstlichen $H\gamma$-Linie dargestellt; man erkennt die Schwierigkeit einer sicheren Messung der Verschiebung. In *b* ist die künstliche Linie durch einen Streifen überdeckt, der auf die Mitte der breiten Sternlinie gestellt ist. Unter einer Vergrösserung, bei welcher das Silberkorn deutlich zu erkennen ist, lässt sich nach einiger Uebung diese Einstellung des Streifens mit recht grosser Sicherheit ausführen, indem man das Augenmerk auf die Dichte des Silberniederschlags auf der Platte rechts und links von dem Streifen richtet. Der Mikrometerfaden ist auf die Mitte des Streifens gestellt. In *c* ist der Streifen entfernt und der Sinn der Verschiebung tritt deutlich hervor. Zur Deckung der Mitte sind anfänglich feine Drähte genommen worden; für die definitiven Messungen sind aber Glasplättchen in Anwendung gekommen, auf denen auf photographischem Wege hergestellte Streifen von verschiedener Breite sich befinden. Das Glasplättchen wird direct auf die Photographie des Sternspectrums gelegt, durch eine einfache mechanische Vorrichtung festgehalten und kann mittelst einer feinen Schraube auf der Photographie hin und her bewegt werden. Je nach der Breite der $H\gamma$-Linie im Stern wird der Streifen zur Abdeckung ausgesucht; die Breite der Streifen variirt zwischen $\overset{mm}{0.05}$ und $\overset{mm}{0.21}$.

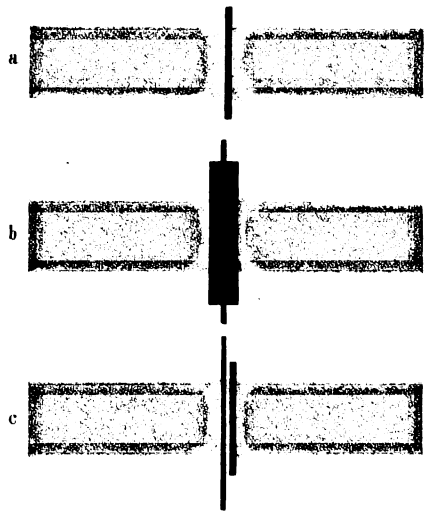


Fig. 9.

Unter den Sternen der Classe Ia kommen einige vor, bei denen die $H\gamma$-Linie im Spectrum besonders breit und verwaschen ist und ohne dunklere Mitte erscheint. Liegt nun bei starker Bewegung des Sterns im Visionsradius die künstliche Linie fast an dem einen Ende der $H\gamma$-Linie, wie das besonders bei den Aufnahmen des Spectrums von α Virginis sich zeigte, so ist eine andere Methode der Messung in Anwendung gekommen. Es wurden Linien von verschiedener Breite und Dunkelheit (schmäler als die vorhin erwähnten) auf kleinen Glasplatten photographisch hergestellt; unter diesen wurde für jede Aufnahme eine der künstlichen Linie an Intensität und Breite möglichst gleichkommende ausgesucht und in der breiten $H\gamma$-Linie auf der Photographie des Sternspectrums symmetrisch zur künstlichen Linie gestellt. In der beistehenden Figur ist die $H\gamma$-Linie durch die Einbiegung der Intensitätscurve MM markirt, K ist die mit dem Sternspectrum zugleich photographirte künstliche Wasserstofflinie, S die symmetrisch zu derselben gestellte, auf ein besonderes Glasplättchen photographirte Linie. Die Messung der Distanz KS giebt dann die doppelte Grösse der Verschiebung. Durch Uebung und unter Beachtung des Silberkorns lässt sich auch hier in Beziehung auf Genauigkeit viel erreichen.

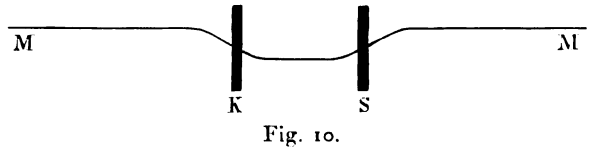


Fig. 10.

Es hat sich gezeigt, dass es vortheilhaft ist, alle derartigen Beobachtungen an verschiedenen Tagen zu wiederholen, da sich gar bald während der Messung eine gewisse Constanz der Auffassung herausstellt, welche die Beobachtungen an einem Tage unter illusorisch grosser Genauigkeit erscheinen

Digitized by Google

lässt. Es ist daher nicht nur jede Platte mindestens zwei Mal gemessen worden, sondern auch stets unter Anwendung verschiedener Vergrösserung. Wenn auf diese Weise nach Möglichkeit die constanten Fehler in der Auffassung der $H\gamma$-Linie vermieden worden sind, so ist weiter im Verlauf der Untersuchung gefunden worden, dass die Einstellung des Mikrometer-Fadens auf die Mitte des breiten, zur Deckung dienenden Streifens mit einem constanten Fehler behaftet ist, der als Function der Breite sich darstellt. Er konnte leicht und sicher mit Hülfe eines die Bewegung des Fadens umkehrenden Prismas vor dem Ocular ermittelt werden. Die hierauf sich beziehenden Untersuchungen sind in dem Abschnitt über die Genauigkeit der Messungen zu finden.

Die Methode der Messung bei den Sternen der Classe Ib und Ic ist dieselbe gewesen wie bei Ia.

Bei den folgenden Messungen ist zunächst eine Trennung nach der Messmethode erfolgt, und zwar sind die Messungen mit Zugrundelegung des Sonnenspectrums vorangestellt. Infolge dieser Trennung sind einige Sterne, die nach beiden Methoden ausgemessen worden sind, in beiden Abschnitten zu finden.

Da es sich im vorliegenden Falle um ganz neue Beobachtungsarten handelt, schien es mir von grosser Wichtigkeit, dass dieselben durch zwei Beobachter ausgeführt wurden, besonders auch, um das Vorhandensein und die Grösse etwaiger persönlicher Auffassungsunterschiede ermitteln zu können. Sämmtliche Beobachtungen sind daher von mir und von Dr. Scheiner zwar nach denselben Principien, in den Einzelheiten jedoch völlig unabhängig ausgeführt und auch im Folgenden getrennt mitgetheilt worden.

Digitized by Google

Messungen.

I. Messungen nach der ersten Methode.

Als Norm für die Messungen ist festgesetzt worden, dass thunlichst mindestens zwei Linien auf jeder Seite der $H\gamma$-Linie genommen wurden mit je 4 Einstellungen; auf die $H\gamma$-Linie im Sonnenspectrum sowie auf die künstliche $H\gamma$-Linie im Sternspectrum sollten jedoch mindestens je 6 Einstellungen erfolgen. Die Wahl der zu benutzenden Linien war dem Beobachter überlassen. Es wurde bestimmt, dass bei den Messungen die Platten stets so unter das Mikroskop zu legen waren, dass Roth rechts im Sinne steigender Schraubenablesungen erschien.

Die Erklärung der einzelnen Columnen sowie der Endformel in der folgenden Zusammenstellung ist bereits auf Seite 35 zu finden. Die Sterne sind nach der Rectascension geordnet.

Beobachter: Vogel.

W. L.	⊙	*	Δ	Δ,	Bemerkungen
			β Cassiopejae. 1889 Januar 13. Platte Nr. 91.		
431.56	$10^{R}.068$	$10^{R}.183$	$-0^{R}.115$	$-0^{R}.121$	Photographie sehr schwach.
$H\gamma$; K.L.	18.027	18.103	— 0.076		1) Heller Punkt \ fraglich ob Linie, deshalb bei der Be-
435.22	21.489	21.567 [1]	— 0.078	— 0.080	2) Heller Punkt / rechnung ausgeschlossen.
435.31	21.756	21.823 [2]	— 0.067	— 0.069	3) Bestimmt Linie.
441.54	39.796	39.922 [3]	— 0.126	— 0.120	D = $-0^{R}.121 - 0.0004\,(18^{R}.1 - 25^{R}.1)$.
					K.L. = $-0^{R}.076$
					D = − 0.118
					V = $0^{R}.042$ (Roth).
			α Cassiopejae. 1890 Februar 20. Platte Nr. 179.		
431.47	17.370	17.294	+ 0.076	—	Recht gute Platte; $H\gamma$ stark und gut zu messen.
431.56	17.653	17.584	+ 0.069	—	Kein Gang.
431.91	18.814	18.690	+ 0.124	—	K.L. = $+0^{R}.098$
432.12	19.482	19.399	+ 0.083	—	D = + 0.081
$H\gamma$; K.L.	25.606	25.508	+ 0.098		V = $0^{R}.017$ (Roth).
435.31	29.345	29.275	+ 0.070	—	
436.00	31.401	31.345	+ 0.056	—	
437.02	34.403	34.316	+ 0.087	—	

Digitized by Google

W. L.	⊙	*	Δ	Δ,	Bemerkungen
			α Cassiopejae. 1890 Februar 21. Platte Nr. 180.		
431.47	$6^R.489$	$6^R.508$	$-0^R.019$	—	Sehr gute Platte, starke *Hγ*-Linie.
431.56	6.774	6.776	— 0.002	—	1) Linie im Stern etwas verzogen.
431.91	7.924	7.936	— 0.012	—	Kein Gang.
432.12	8.595	8.605	— 0.010	—	K.L. $= +0^R.005$
Hγ; K.L.	14.730	14.725	+ 0.005		D $= -0.010$
435.31	18.476	18.480	— 0.004	—	V $= 0^R.015$ (Roth).
436.00	20.524	20.524	0.000	—	
437.02	23.515	23.539 [1]	— 0.024	—	
437.16	23.955	23.960	— 0.005	—	
			β Andromedae. 1888 November 6. Platte Nr. 25.		
431.47	2.004	2.052	— 0.048	$-0^R.018$	Spectrum gut zu messen. Alle Linien erscheinen etwas breit, auch die künstliche, entweder infolge zu weiten Spaltes oder nicht ganz richtiger Einstellung des Camera-objectivs.
431.56	2.274	2.314	— 0.040	— 0.011	
431.91	3.423	3.446	— 0.023	+ 0.001	$D = -0^R.009 + 0.0042\,(10^R.2 - 9^R.2)$.
Hγ; K.L.	10.226	10.179	+ 0.047		K.L. $= +0^R.047$
437.02	19.026	18.992	+ 0.034	— 0.007	D $= -0.005$
437.16	19.462	19.432	+ 0.030	— 0.013	V $= 0^R.052$ (Roth).
			β Andromedae. 1889 September 4. Platte Nr. 153.		
431.56	2.145	2.127 [1]	+ 0.018	+ 0.003	Das Sternspectrum lässt sich gut messen, doch sind alle Linien etwas breit, auch die künstliche Wasserstofflinie. Spalt vielleicht etwas zu weit, oder stärkere Temperatur-änderungen während der Beobachtung.
431.91	3.304	3.272 [1]	+ 0.032	+ 0.019	
Hγ; K.L.	10.113	10.128	— 0.015		1) Schwer aufzufassen im Sternspectrum.
435.22	13.568	13.571	— 0.003	— 0.001	2) Dunkler Zwischenraum zwischen den beiden Linien im Sternspectrum besonders gemessen.
—	13.710	13.731 [2]	— 0.021	— 0.019	3) Schwach und verwaschen im Stern.
435.31	13.851	13.873	— 0.022	— 0.019	4) Sehr scharf im Sternspectrum.
437.02	18.907	18.909 [3]	— 0.002	+ 0.008	$D = +0^R.003 - 0.0015\,(10^R.1 - 12^R.1)$.
437.16	19.341	19.322 [4]	+ 0.019	+ 0.030	K.L. $= -0^R.015$
					D $= +0.006$
					V $= 0^R.021$ (Violett).
			α Ursae minoris. 1888 November 14. Platte Nr. 43.		
431.56	12.507	12.529	— 0.022	+ 0.002	Sternspectrum gut, künstliche Linie aber sehr verwaschen und schwer aufzufassen.
431.91	13.660	13.660	0.000	+ 0.022	
432.12	14.332	14.343	— 0.011	+ 0.009	$D = +0^R.012 + 0.0023\,(20^R.6 - 23^R.1)$.
433.74	19.401	19.397	+ 0.004	+ 0.013	K.L. $= -0^R.118$
Hγ; K.L.	20.465	20.583	— 0.118		D $= +0.006$
435.22	23.917	23.903	+ 0.014	+ 0.012	V $= 0^R.124$ (Violett).
437.02	29.243	29.236	+ 0.007	— 0.007	
437.16	29.693	29.639	+ 0.054	+ 0.039	
441.51	42.224	42.172	+ 0.052	+ 0.008	

Digitized by Google

W. L.	⊙	*	Δ	Δ,	Bemerkungen
					α Ursae minoris. 1888 December 6. Platte Nr. 55.
432.12	14R.949	14R.968	— 0R.019	+ 0R.008	Photographie scharf und sehr gut zum Messen geeignet.
432.62	16.520	16.529	— 0.009	+ 0.013	1) Linie im Sternspectrum sehr scharf und schmal, im Sonnenspectrum breit; die in der Nähe (Viol.) befindliche Linie stört beim Messen etwas.
433.74	20.029	20.032	— 0.003	+ 0.008	
Hγ; K.L.	21.079	21.220	— 0.141		D = + 0R.010 + 0.0033 (21R.2 — 23R.3).
435.22	24.522	24.510	+ 0.012	+ 0.008	K.L. = — 0R.141
437.02	29.906	29.867	+ 0.039	+ 0.017	D = + 0.003
438.41	33.896	33.856 1	+ 0.040	+ 0.005	V = 0R.144 (Violett).
					γ Andromedae. 1888 December 13. Platte Nr. 66.
431.56	16.928	16.948	— 0.020	+ 0.032	Spectrum weicht vom ⊙-Spectrum nicht unbeträchtlich ab. Künstliche Linie etwas matt.
431.91	18.080	18.116	— 0.036	+ 0.010	
Hγ; K.L.	24.882	24.821	+ 0.061		D = + 0R.023 + 0.0049 (24R.8 — 27R.5).
435.31	28.633	28.606	+ 0.027	+ 0.022	K.L. = + 0R.061
436.00	30.676	30.620	+ 0.056	+ 0.041	D = + 0.010
437.02	33.675	33.639	+ 0.036	+ 0.006	V = 0R.051 (Roth).
438.12	37.107	37.034	+ 0.073	+ 0.027	
					γ Andromedae. 1890 Februar 12. Platte Nr. 177.
431.56	5.436	5.471	— 0.035	— 0.020	Spectrum sehr schwach.
431.91	6.594	6.625	— 0.031	— 0.018	D = — 0R.019 + 0.00185 (13R.3 — 13R.6).
432.12	7.267	7.298	— 0.031	— 0.019	K.L. = + 0R.051
Hγ; K.L.	13.399	13.348	+ 0.051		D = — 0.019
435.31	17.153	17.160	— 0.007	— 0.014	V = 0R.070 (Roth).
437.02	22.192	22.192	0.000	— 0.016	
437.16	22.625	22.633	— 0.008	— 0.025	
					α Arietis. 1888 November 5. Platte Nr. 23.
433.42	15.382	15.391 1	— 0.009	— 0.035	1) Sehr schwach, auch im ⊙-Spectrum.
433.74	16.359	16.349	+ 0.010	— 0.003	D = — 0R.023 — 0.0147 (17R.5 — 17R.2).
Hγ; K.L.	17.428	17.492	— 0.064		K.L. = — 0R.064
434.35	18.272	18.329	— 0.057	— 0.041	D = — 0.027
434.46	18.631	18.666	— 0.035	— 0.013	V = 0R.037 (Violett).
					α Arietis. 1890 Februar 7. Platte Nr. 175.
431.56	0.978	1.028	— 0.050	— 0.034	Sehr gute Platte.
431.91	2.130	2.191	— 0.061	— 0.047	D = — 0R.038 + 0.0019 (8R.9 — 9R.6).
432.12	2.819	2.859	— 0.040	— 0.027	K.L. = + 0R.030
Hγ; K.L.	8.943	8.913	+ 0.030		D = — 0.039
434.35	9.802	9.852	— 0.050	— 0.051	V = 0R.069 (Roth).
434.46	10.158	10.193	— 0.035	— 0.036	
436.00	14.726	14.745	— 0.019	— 0.029	
437.02	17.720	17.755	— 0.035	— 0.051	
437.16	18.167	18.177	— 0.010	— 0.026	

Digitized by Google

W. L.	⊙	*	Δ	Δ,	Bemerkungen
					α Arietis. 1890 Februar 12. Platte Nr. 176.
431.56	$4^{R}.644$	$4^{R}.660$	$-0^{R}.016$	$-0^{R}.010$	Vorzügliche Aufnahme.
431.91	5.807	5.823	− 0.016	− 0.011	$D = -0^{R}.010 + 0.0007\,(12^{R}.6 - 13^{R}.2)$.
432.12	6.475	6.492	− 0.017	− 0.012	K.L. $= +0^{R}.037$
Hγ; K.L.	12.603	12.566	+ 0.037		D $= -0.010$
435.22	16.060	16.058	+ 0.002	0.000	V $= 0^{R}.047$ (Roth).
435.31	16.356	16.369	− 0.013	− 0.015	
437.02	21.396	21.430	− 0.034	− 0.040	
437.16	21.838	21.816	+ 0.022	+ 0.016	
					α Persei. 1888 December 5. Platte Nr. 53.
431.56	3.132	3.103	+ 0.029	+ 0.043	Sternspectrum sehr gut zum Messen geeignet, künstliche Linie kräftig und scharf.
432.12	4.963	4.925 [1]	+ 0.038	+ 0.050	1) Linie sehr breit im Sternspectrum.
432.62	6.526	6.466 [2]	+ 0.060	+ 0.069	2) Linie im Sternspectrum relativ viel schwächer als im Sonnenspectrum.
Hγ; K.L.	11.076	11.046	+ 0.030		3) In dem Sonnenspectrum schwer aufzufassen, im Sternspectrum breit und hell.
434.46	12.295	12.243 [3]	+ 0.052	+ 0.053	$D = +0^{R}.053 + 0.0014\,(11^{R}.0 - 13^{R}.2)$.
436.00	16.867	16.818	+ 0.049	+ 0.044	K.L. $= +0^{R}.030$
436.81	19.282	19.219	+ 0.063	+ 0.055	D $= +0.050$
440.50	29.928	29.850	+ 0.078	+ 0.055	V $= 0^{R}.020$ (Violett).
					α Persei. 1888 December 10. Platte Nr. 63.
431.56	4.306	4.380	− 0.074	− 0.032	Sternspectrum sehr schmal, aber recht gut zum Messen geeignet.
432.12	6.121	6.192	− 0.071	− 0.040	1) Breit, schwer aufzufassen.
432.62	7.696	7.760	− 0.064	− 0.043	$D = -0^{R}.033 + 0.0061\,(12^{R}.3 - 11^{R}.3)$.
Hγ; K.L.	12.255	12.292	− 0.037		K.L. $= -0^{R}.037$
434.46	13.497	13.484 [1]	+ 0.013	0.000	D $= -0.027$
435.22	15.702	15.715	− 0.013	− 0.040	V $= 0^{R}.010$ (Violett).
436.81	20.454	20.443	+ 0.011	− 0.045	
					α Tauri. 1888 October 28. Platte Nr. 20.
431.56	0.747	0.755	− 0.008	− 0.023	Sternspectrum sehr schmal, kräftig und gut zum Messen geeignet.
431.91	1.902	1.906	− 0.004	− 0.017	1) Sehr schwach im Sonnenspectrum.
432.12	2.580	2.582	− 0.002	− 0.014	2) Schwach in dem Sonnenspectrum, doppelt im Sternspectrum?
433.42	6.660	6.675 [1]	− 0.015	− 0.021	$D = +0^{R}.017 - 0.0015\,(8^{R}.6 - 10^{R}.6)$.
433.74	7.663	7.668	− 0.005	− 0.009	K.L. $= +0^{R}.116$
Hγ; K.L.	8.704	8.588	+ 0.116		D $= -0.014$
435.31	12.455	12.475	− 0.020	− 0.017	V $= 0^{R}.130$ (Roth).
437.16	17.941	17.964	− 0.023	− 0.012	
437.97	20.263	20.298 [2]	− 0.035	− 0.020	
439.55	24.840	24.880	− 0.040	− 0.019	

Digitized by Google

W. L.	⊙	*	Δ	Δ,	Bemerkungen
					α Tauri. 1888 November 10. Platte Nr. 34.
431.91	$19^R.507$	$19^R.476$ [1]	$+ 0^R.031$	$+ 0^R.036$	Sternspectrum und künstliche Linie infolge unrichtiger Einstellung des Cameraobjectivs sehr verwaschen.
432.12	20.160	20.158 [1]	+ 0.002	+ 0.006	1) Sehr verwaschen.
Hγ; K.L.	26.298	26.099	+ 0.199		D = $0^R.021 + 0.0009\ (26^R.1 - 24^R.9)$.
434.35	27.118	27.103	+ 0.015	+ 0.013	K.L. = $+ 0^R.199$
434.46	27.508	27.479	+ 0.029	+ 0.027	D = + 0.022
435.31	30.042	30.014	+ 0.028	+ 0.023	V = $0^R.177$ (Roth).
					α Tauri. 1888 December 4. Platte Nr. 52.
433.31	19.872	19.939 [1]	— 0.067	— 0.058	Photographie sehr matt in der Gegend von *Hγ*, aber ausserordentlich scharf.
Hγ; K.L.	22.225	22.080	+ 0.145		1) Linie breit, verwaschen und sehr schwach.
434.46	23.465	23.536 [2]	— 0.071	— 0.067	2) Schwer aufzufassen.
435.31	25.983	26.077	— 0.094	— 0.093	D = $- 0^R.069 + 0.0013\ (22^R.1 - 26^R.8)$.
437.16	31.446	31.504	— 0.058	— 0.064	K.L. = $+ 0^R.145$
437.64	32.830	32.884	— 0.054	— 0.062	D = + 0.075
					V = $0^R.220$ (Roth).
					α Tauri. 1890 Januar 9. Platte Nr. 168.
431.91	3.166	3.133	$+ 0^R.033$	—	1) Linie im ⊙-Spectrum schwer aufzufassen.
—	6.083	6.058 [1]	+ 0.025	—	2) Zwischenraum zwischen 2 nahestehenden Linien. Im ⊙-Spectrum sind beide Linien gemessen, im Sternspectrum ist der sich sehr scharf markirende Zwischenraum eingestellt worden. (Sehr sichere Messung.)
433.31	7.588	7.520	+ 0.068	—	Kein Gang.
Hγ; K.L.	9.963	9.612	+ 0.351		K.L. = $+ 0^R.351$
434.35	10.801	10.779	+ 0.022	—	D = + 0.037
435.22	13.555	13.520 [2]	+ 0.035	—	V = $0^R.314$ (Roth).
437.02	18.770	18.731	+ 0.039	—	
					α Aurigae. 1888 October 6. Platte Nr. 10.
430.84	18.988	18.953	+ 0.035	+ 0.040	Sternspectrum sehr schmal, stark überexponirt. Infolge dessen sind die meisten Linien verschwunden. Die Messung ist sehr unsicher und jedenfalls den Messungen an anderen Platten gegenüber mit geringerem Gewichte zu belegen.
432.62	24.630	24.611 [1]	+ 0.019	+ 0.022	Die künstliche Linie steht fast in der Mitte der breiten *Hγ*-Linie, und es lässt sich auch direct die Stellung der Linie zur *Hγ*-Linie ermitteln. Aus mehreren Beobachtungen unter Anwendung stärkster Vergrösserung ergab sich V = $0^R.013$ (Violett).
Hγ; K.L.	29.233	29.228	+ 0.005		1) Die Messung bezieht sich auf die Mitte von 2 Linien.
435.22	32.710	32.689 [2]	+ 0.021	+ 0.021	2) Die Messung gilt für die Mitte von mehreren Linien.
437.77	40.243	40.201	+ 0.042	+ 0.040	D = $+ 0^R.030 + 0.0003\ (29^R.2 - 32^R.9)$.
440.50	48.085	48.050	+ 0.035	+ 0.030	K.L. = $+ 0^R.005$
					D = + 0.029
					V = $0^R.024$ (Violett).

Digitized by Google

W. L.	⊙	*	Δ	Δ,	Bemerkungen
					α Aurigae. 1888 October 22. Platte Nr. 14.
431.56	18ᴿ542	18ᴿ402	+ 0ᴿ140	+ 0ᴿ160	Photographie sehr gut, die künstliche Linie auch kräftig und gut.
332.12	20.364	20.226	+ 0.138	+ 0.155	
332.62	21.954	21.808	+ 0.146	+ 0.160	1) Sternlinie breit, etwas schwer aufzufassen.
333.74	25.475	25.325	+ 0.150	+ 0.158	D = + 0ᴿ155 + 0.0017 (26ᴿ3 − 30ᴿ0).
Hγ; K.L.	26.512	26.342	+ 0.170		K.L. = + 0ᴿ170
435.22	29.968	29.814	+ 0.154	+ 0.154	D = + 0.149
436.81	34.704	34.579	+ 0.125	+ 0.117	V = 0ᴿ021 (Roth).
437.16	35.737	35.572	+ 0.165	+ 0.155	
438.41	39.330	39.130 [1]	+ 0.200	+ 0.185	
440.50	45.365	45.184	+ 0.181	+ 0.155	
					α Aurigae. 1888 October 24. Platte Nr. 15.
431.56	2.269	2.363	− 0.094	− 0.099	Eine der besten Photographien. Die künstliche Linie ist gut, doch zeigt sie da, wo sie das Sternspectrum durchsetzt, eine Ausbiegung nach dem Violett. Die Einstellung auf die künstliche Linie geschah deshalb ganz am Rande des Sternspectrums.
431.91	3.427	3.520	− 0.093	− 0.098	
432.12	4.083	4.181	− 0.098	− 0.102	D = − 0ᴿ099 − 0.0007 (10ᴿ3 − 10ᴿ0).
432.62	5.664	5.757	− 0.093	− 0.096	K.L. = − 0ᴿ073
433.74	9.161	9.265	− 0.104	− 0.104	D = − 0.099
Hγ; K.L.	10.225	10.298	− 0.073		V = 0ᴿ026 (Roth).
434.35	11.078	11.177	− 0.099	− 0.098	
434.46	11.455	11.555	− 0.100	− 0.099	
435.22	13.676	13.777	− 0.101	− 0.098	
435.31	13.972	14.068	− 0.096	− 0.093	
436.00	16.022	16.127	− 0.105	− 0.101	
436.81	18.413	18.520	− 0.107	− 0.101	
					α Aurigae. 1888. October 24. Platte Nr. 15.
431.56	9.347	9.261	+ 0.086	+ 0.093	Vorzügliche Photographie.
432.62	12.711	12.646	+ 0.065	+ 0.070	D = + 0ᴿ081 + 0.0005 (17ᴿ2 − 22ᴿ8).
433.74	16.244	16.175	+ 0.069	+ 0.072	K.L. = + 0ᴿ098
Hγ; K.L.	17.300	17.202	+ 0.098		D = + 0.078
437.16	26.526	26.441	+ 0.085	+ 0.083	V = 0ᴿ020 (Roth).
439.55	33.412	33.317	+ 0.095	+ 0.090	
441.51	39.043	38.960	+ 0.083	+ 0.075	
					α Aurigae. 1888. October 24. Platte Nr. 15.
432.62	8.988	8.998	− 0.010	− 0.012	Eine der besten Platten. Die künstliche Linie ist im Sternspectrum etwas nach Violett ausgebogen. Die Messung ist mit Berücksichtigung dieses Umstandes ausgeführt worden.
433.74	12.499	12.492	+ 0.007	+ 0.006	
Hγ; K.L.	13.541	13.508	+ 0.033		D = − 0ᴿ003 − 0.0003 (13ᴿ5 − 15ᴿ1).
435.22	16.988	16.983	+ 0.005	+ 0.006	K.L. = + 0ᴿ033
436.81	21.719	21.731	− 0.012	− 0.010	D = − 0.003
					V = 0ᴿ036 (Roth).

Digitized by Google

W. L.	⊙	*	Δ	Δ,	Bemerkungen
			α Aurigae. 1888 October 25. Platte Nr. 18.		
431.56	11ᴿ701	11ᴿ717	— 0ᴿ016	—	Die Aufnahme erfolgte bei so engem Spalte, dass das Spectrum nur durch kräftige Nachschwärzung zum Messen geeignet gemacht werden konnte. Bei mittelstarker Vergrösserung lässt die Platte eine sehr gute und sichere Messung zu.
432.22	12.859	12.850	+ 0.009	—	
432.12	13.530	13.526	+ 0.004	—	
433.74	18.623	18.623	0.000	—	
Hγ; K.L.	19.652	19.627	+ 0.025		Kein Gang. K.L. = + 0ᴿ025, D = 0.000, V = 0ᴿ025 (Roth).
435.22	23.111	23.087	+ 0.024	—	
437.16	28.884	28.894	— 0.013	—	
439.55	35.785	35.796	— 0.011	—	
			α Aurigae. 1888 October 28. Platte Nr. 19.		
431.91	15.813	15.820	— 0.007	—	Ausgezeichnete Platte, die eine grosse Genauigkeit der Messung zulässt.
432.12	16.465	16.465	0.000	—	
432.62	18.062	18.071	— 0.009	—	
433.74	21.581	21.579	+ 0.002	—	Kein Gang. K.L. = + 0ᴿ021, D = — 0 003, V = 0ᴿ024 (Roth).
Hγ; K.L.	22.635	22.614	+ 0.021		
435.12	26.081	26.074	+ 0.007	—	
437.02	31.845	31.849	— 0.004	—	
437.49	33.201	33.211	— 0.007	—	
438.41	35.437	35.440	— 0.003	—	
			α Aurigae. 1888 October 28. Platte Nr. 19.		
432.62	18.106	18.116	— 0.010	—	Ausgezeichnete Platte. Die Messungen sind mit starker Vergrösserung ausgeführt.
Hγ; K.L.	22.668	22.651	+ 0.017		1) Eine Doppellinie, die im Sternspectrum etwas anders aussieht als im Sonnenspectrum.
435.12	26.120	26.116	+ 0.004	—	
436.67	30.858	30.884 [1]	— 0.026	—	Kein Gang. K.L. = + 0ᴿ017, D = — 0.013, V = 0ᴿ030 (Roth).
437.02	31.882	31.902	— 0.020	—	
			α Aurigae. 1888 November 9. Platte Nr. 30.		
432.38	8.142	8.140	+ 0.002	+ 0ᴿ034	Photographie infolge nicht richtiger Einstellung des Cameraobjectivs verwaschen. Beobachtungen schwierig und von geringer Sicherheit. Geringeres Gewicht.
432.62	8.849	8.841	+ 0.005	+ 0.034	
433.74	12.380	12.371	+ 0.009	+ 0.022	D = + 0ᴿ033 + 0.0042 (13ᴿ3 — 15ᴿ6). K.L. = + 0ᴿ099, D = + 0.023, V = 0ᴿ076 (Roth).
Hγ; K.L.	13.399	13.300	+ 0.099		
435.22	16.853	16.793	+ 0.060	+ 0.055	
436.81	21.604	21.569	+ 0.035	+ 0.010	
438.41	26.215	26.129	+ 0.086	+ 0.042	
			α Aurigae. 1888 November 9. Platte Nr. 30.		
432.38	8.400	8.450 [1]	— 0.050	— 0.007	Die Linien sind infolge nicht genauer Einstellung des Cameraobjectivs alle breit und etwas verwaschen. Ebenfalls ist die künstliche Linie sehr breit. Dieser Beobachtung ist ein geringeres Gewicht beizulegen.
432.62	9.148	9.101	— 0.047	— 0.008	
433.74	12.638	12.653	— 0.015	— 0.001	1 Doppellinie, die als ein verwaschenes Band erscheint.
Hγ; K.L.	13.658	13.614	+ 0.044		D = — 0ᴿ004 + 0.0068 (13ᴿ6 — 14ᴿ8). K.L. = + 0ᴿ044, D = — 0.012, V = 0ᴿ056 (Roth).
435.22	17.124	17.095	+ 0.029	+ 0.013	
438.41	26.463	26.401	+ 0.062	— 0.017	

Digitized by Google

W. L.	⊙	*	Δ	Δ,	Bemerkungen
			α Aurigae. 1888 December 1. Platte Nr. 46.		
431.56	11ᴿ079	10ᴿ837	+ 0ᴿ242	+ 0ᴿ237	Photographie verwaschen. Künstliche Linie matt. Messung recht unsicher. Gew. 2/3.
432.62	14.479	14.244	+ 0.235	+ 0.232	
Hγ; K.L.	19.061	18.739	+ 0.322		D = + 0ᴿ241 − 0.0006 (18ᴿ7 − 19ᴿ3).
435.12	22.487	22.218	+ 0.269	+ 0.271	K.L. = + 0ᴿ322
435.22	22.748	22.500	+ 0.248	+ 0.250	D = + 0.241
436.67	27.253	27.042	+ 0.211	+ 0.216	V = 0ᴿ081 (Roth).
			α Aurigae. 1888 December 1. Platte Nr. 46.		
432.62	14.678	14.564	+ 0.114	+ 0.135	Photographie sehr verwaschen, auch die künstliche Linie ist recht matt.
433.74	18.180	18.058	+ 0.122	+ 0.136	
Hγ; K.L.	19.258	19.058	+ 0.200		D = + 0ᴿ137 + 0.0019 (19ᴿ1 − 25ᴿ6).
438.41	32.059	31.906	+ 0.153	+ 0.141	K.L. = + 0ᴿ200
440.50	38.102	37.945	+ 0.157	+ 0.134	D = + 0.125
					V = 0ᴿ075 (Roth).
			α Aurigae. 1888 December 13. Platte Nr. 67.		
432.62	12.414	12.335	+ 0.079	—	Sternspectrum gut, künstliche Linie schwach und schwer zu messen. Die Messungen sind bei schwächster Vergrösserung gemacht. Gleichzeitig ist auch die *Hγ*-Linie im Sternspectrum eingestellt worden, und ergab sich im Mittel aus 6 Messungen der Werth 16ᴿ904, woraus für die Differenz mit der künstlichen Linie resultirt: V = 0ᴿ121 (Roth).
Hγ; K.L.	16.974	16.783	+ 0.191		
436.81	25.160	25.097	+ 0.063	—	
437.16	26.189	26.096	+ 0.093	—	Kein Gang.
					K.L. = + 0ᴿ191
					D = + 0.078
					V = 0ᴿ113 (Roth).
			α Aurigae. 1888 December 13. Platte Nr. 67.		
431.56	9.348	9.342	+ 0.006	+ 0.035	Sternspectrum gut, künstliche Linie aber sehr schwach und schwer aufzufassen. Die Messungen sind bei starker Vergrösserung ausgeführt worden. Da die *Hγ*-Linie im Sternspectrum vollkommen von der künstlichen Linie getrennt erscheint, ist sie auch gemessen worden. Im Mittel aus 15 Einstellungen ergab sich 17ᴿ284; die künstliche Linie ist ebenfalls 15mal eingestellt worden. Aus diesen Beobachtungen folgt für die Differenz *Hγ* im Stern — künstliche Linie: V = 0ᴿ125 (Roth).
432.62	12.751	12.731	+ 0.020	+ 0.039	
433.74	16.247	16.197	+ 0.050	+ 0.057	
Hγ; K.L.	17.312	17.159	+ 0.153		D = + 0ᴿ042 + 0.0032 (17ᴿ2 − 18ᴿ5).
435.22	20.764	20.717	+ 0.047	+ 0.040	K.L. = + 0ᴿ153
436.81	25.494	25.436	+ 0.058	+ 0.036	D = + 0.038
437.16	26.533	26.465	+ 0.068	+ 0.042	V = 0ᴿ115 (Roth).
			α Aurigae. 1888 December 13. Platte Nr. 67.		

Aus directen Messungen zwischen der *Hγ*-Linie im Stern und der künstlichen Linie, die recht schwach und schwer aufzufassen ist, ergab sich im Mittel aus 15 Beobachtungen, die unter verschiedenen Verhältnissen angestellt wurden:

V = 0ᴿ109 (Roth).

Digitized by Google

W. L.	⊙	*	Δ	Δ,	Bemerkungen

α Aurigae. 1889 Januar 2. Platte Nr. 79.

432.62	$17^R.665$	$17^R.697$	$-0^R.032$	$-0^R.035$	Spectrum etwas verwaschen. Künstliche Linie sehr schwach. Die gleichzeitig mit den Beobachtungen ausgeführten directen Messungen zwischen der künstlichen Linie und *Hγ* im Stern ergaben im Mittel aus 16 Beobachtungen unter Anwendung verschiedener Vergrösserungen:
433.74	21.187	21.244	— 0.057	— 0.058	
Hγ; K.L.	22.241	22.144	+ 0.097		
435.22	25.675	25.734	— 0.059	— 0.058	
436.81	30.427	30.467	— 0.040	— 0.037	

$V = 0^R.179$ (Roth).

$D = -0^R.047 - 0.0005\,(22^R.1 - 23^R.8)$.

K.L. $= +0^R.097$

D $= -0.046$

V $= 0^R.143$ (Roth).

α Aurigae. 1889 Februar 5. Platte Nr. 95.

430.84	2.575	2.713	— 0.138	— 0.093	Photographie im Allgemeinen etwas verwaschen; *Hγ*-Linie im Stern sehr gut und deutlich von der kräftigen künstlichen Linie getrennt.
431.56	4.874	5.007	— 0.133	— 0.097	
432.12	6.682	6.789	— 0.107	— 0.079	Directe Messungen zwischen der künstlichen Linie und *Hγ* im Stern ergaben im Mittel aus je 10 Einstellungen:
Hγ; K.L.	12.824	12.692	+ 0.132		
435.31	16.571	16.658	— 0.087	— 0.099	
437.16	22.046	22.096	— 0.048	— 0.082	
439.55	28.952	28.984	— 0.032	— 0.095	

$V = 0.224$.

$D = -0^R.091 + 0.0041\,(12^R.7 - 13^R.7)$.

K.L. $= +0^R.132$

D $= -0.095$

V $= 0^R.229$ (Roth).

α Aurigae. 1889 Februar 5. Platte Nr. 95.

Directe Messungen zwischen der *Hγ*-Linie im Sternspectrum und der künstlichen Linie ergaben im Mittel aus je 16 Einstellungen:

$V = 0^R.216$ (Roth).

α Aurigae. 1889 März 6. Platte Nr. 105.

Die Aufnahme ist unter ungünstigen Verhältnissen gemacht. Die Linien im Sternspectrum sind sehr undeutlich. Die Trennung der *Hγ*-Linie im Stern von der künstlichen Linie ist aber so gross, dass man sich auf die Messung des Abstandes beider Linien beschränken kann. Es sind 3 Sätze von Beobachtungen unter Anwendung verschiedener Vergrösserungen ausgeführt worden. Auch die allerstärkste Vergrösserung mit dem zweiten Objectiv wurde angewandt. Im Mittel aus 18 Einstellungen auf beide Linien resultirt:

$V = 0^R.239$ (Roth).

α Aurigae. 1889 September 15. Platte Nr. 154.

431.56	0.507	0.499	+ 0.008	— 0.006	Aufnahme verwaschen. Gew. $^2/_3$.
431.91	1.664	1.675 [1]	— 0.011	— 0.023	1) Unsicher, sehr schwach im Stern.
432.12	2.317	2.340 [2]	— 0.023	— 0.035	2) Unsicher, verwaschen im Stern.
432.62	3.909	3.919	— 0.010	— 0.018	3) Ganz verwaschen und unsicher.
Hγ; K.L.	8.465	8.508	— 0.043		4) Besser als die vorhergehende hellere Linie, die zu breit und verwaschen ist.
435.22	11.919	11.911 [3]	+ 0.008	+ 0.014	
435.31	12.197	12.225 [4]	— 0.028	— 0.021	
437.02	17.272	17.313	— 0.041	— 0.025	
437.16	17.694	17.736	— 0.042	— 0.025	

$D = -0^R.017 - 0.0018\,(8^R.5 - 8^R.4)$.

K.L. $= -0^R.043$

D $= -0.017$

V $= 0^R.026$ (Violett).

Digitized by Google

W. L.	⊙	*	Δ	Δ,	Bemerkungen
			α Orionis. 1888 December 8. Platte Nr. 61.		
431.56	$0^{R}.238$	$0^{R}.203$ [1]	$+ 0^{R}.035$	$+ 0^{R}.085$	1) Sehr unsicher.
431.91	1.376	1.372 [2]	+ 0.004	+ 0.049	2) Breit und verwaschen.
432.12	2.044	2.036 [3]	+ 0.008	+ 0.051	3) Breit und verwaschen.
Hγ; K.L.	8.184	8.068	+ 0.116		4) Feine Linie, auf eine starke folgend.
434.46	9.407	9.371	+ 0.036	+ 0.048	$D = + 0^{R}.059 + 0.0041\ (8^{R}.1 - 12^{R}.4)$.
435.31	11.931	11.882 [4]	+ 0.049	+ 0.051	K.L. $= + 0^{R}.116$
437.16	17.404	17.320	+ 0.084	+ 0.064	D $= + 0.041$
439.55	24.313	24.203	+ 0.110	+ 0.062	V $= 0^{R}.075$ (Roth).
442.59	33.272	33.126	+ 0.146	+ 0.061	
			α Orionis. 1888 December 29. Platte Nr. 76.		
—	7.054	7.228 [1]	— 0.174	— 0.160	1) Dunkle Stelle im Negativ.
433.31	7.213	7.404	— 0.191	— 0.177	2) Dunkle Stelle im Negativ.
—	7.428	7.603 [2]	— 0.174	— 0.161	$D = + 0^{R}.178 + 0.0041\ (9^{R}.7 - 10^{R}.7)$.
Hγ; K.L.	9.591	9.686	— 0.095		K.L. $= - 0^{R}.095$
434.35	10.422	10.654	— 0.232	— 0.232	D $= - 0.182$
434.46	10.821	11.003	— 0.182	— 0.183	V $= 0^{R}.087$ (Roth).
435.90	15.085	15.237	— 0.152	— 0.170	
436.00	15.390	15.531	— 0.141	— 0.161	
			α Orionis. 1890 Januar 11. Platte Nr. 169.		
431.34	0.860	0.812	+ 0.048	+ 0.043	Ausgezeichnete Photographie.
432.12	3.360	3.313	+ 0.047	+ 0.043	$D = + 0^{R}.043 - 0.0005\ (9^{R}.3 - 10^{R}.4)$.
433.31	7.128	7.074	+ 0.054	+ 0.052	K.L. $= + 0^{R}.148$
Hγ; K.L.	9.475	9.327	+ 0.148		D $= + 0.044$
436.00	15.264	15.245	+ 0.019	+ 0.021	V $= 0^{R}.104$ (Roth).
439.55	25.613	25.568	+ 0.045	+ 0.053	
			γ Geminorum. 1889 December 14. Platte Nr. 70.		
430.84	8.277	8.381	— 0.104	— 0.013	Uebergang von Classe 1 zu 2.
432.12	12.366	12.472	— 0.106	— 0.042	$D = - 0^{R}.026 + 0.0065\ (18^{R}.7 - 22^{R}.4)$.
Hγ; K.L.	18.513	18.671	— 0.158		K.L. $= - 0^{R}.158$
438.00	31.322	31.278	+ 0.044	— 0.014	D $= - 0.050$
440.48	37.357	37.293	+ 0.064	— 0.033	V $= 0^{R}.108$ (Violett).
			γ Geminorum. 1889 Januar 6. Platte Nr. 87.		
430.84	3.412	3.428	— 0.016	+ 0.035	Spectrum bildet einen Uebergang von der 1. zur 2. Classe.
431.56	5.692	5.682	+ 0.010	+ 0.050	$D = + 0^{R}.041 + 0.0045\ (13^{R}.6 - 14^{R}.7)$.
Hγ; K.L.	13.642	13.643	— 0.001		K.L. $= - 0^{R}.001$
435.22	17.104	17.058	+ 0.046	+ 0.035	D $= + 0.036$
440.48	32.487	32.365	+ 0.122	+ 0.042	V $= 0^{R}.037$ (Violett).

Digitized by Google

W. L.	⊙	*	Δ	Δ,	Bemerkungen
					α Canis majoris. 1888 December 1. Platte Nr. 48.
					1. Messung.
432.62	13^R121	13^R011	$+ 0^R110$	$+ 0^R104$	Sehr schöne Aufnahme. Verschiebung nach Violett deutlich ausgesprochen.
Hγ; K.L.	17.689	17.690	— 0.001		D = $+ 0^R104 - 0.0016$ ($17^R7 - 17^R0$).
435.22	21.125	21.028	+ 0.097	+ 0.103	K.L. = $- 0^R001$
					D = + 0.103
					V = 0^R104 (Violett).
					2. Messung.
432.62	13.206	13.127	+ 0.079	+ 0.076	D = $+ 0^R076 - 0.00075$ ($17^R8 - 17^R1$).
Hγ; K.L.	17.767	17.806	— 0.039		K.L. = $- 0^R039$
435.22	21.213	21.140	+ 0.073	+ 0.076	D = + 0.075
					V = 0^R114 (Violett).
					α Canis majoris. 1888 December 13. Platte Nr. 68.
					1. Messung.
432.62	13.027	12.997	+ 0.030	+ 0.027	Sehr gute Aufnahme. Nach dem Anblick unter der Lupe starke Verschiebung nach Violett.
Hγ; K.L.	17.582	17.653	— 0.071		D = $+ 0^R027 - 0.00075$ ($17^R7 - 17^R0$).
435.22	21.039	21.015	+ 0.024	+ 0.027	K.L. = $- 0^R071$
					D = + 0.026
					V = 0^R097 (Violett).
					2. Messung.
432.62	12.664	12.693	— 0.029	— 0.026	D = $- 0^R026 + 0.00075$ ($17^R4 - 16^R7$).
Hγ; K.L.	17.221	17.354	— 0.133		K.L. = $- 0^R133$
435.22	20.671	20.694	— 0.023	— 0.026	D = — 0.025
					V = 0^R108 (Violett).
					α Canis majoris. 1889 Februar 10. Platte Nr. 100.
					1. Messung.
430.84	17.794	17.889	— 0.095	— 0.018	Gute Platte. Verschiebung nach Roth deutlich.
Hγ; K.L.	28.036	27.988	+ 0.038		D = $- 0^R018 + 0.0114$ ($28^R0 - 24^R7$).
438.41	31.478	31.419	+ 0.059	— 0.018	K.L. = $+ 0^R038$
					D = + 0.020
					V = 0^R018 (Roth).
					2. Messung.
430.84	18.020	18.157	— 0.157	— 0.066	D = $- 0^R066 + 0.0134$ ($28^R3 - 25^R0$).
Hγ; K.L.	28.257	28.256	+ 0.001		K.L. = $+ 0^R001$
438.41	31.692	31.668	+ 0.024	— 0.066	D = — 0.022
					V = 0^R023 (Roth).

α Canis majoris. 1890 Januar 29. Platte Nr. 173.

Im Mittel aus je 16 Einstellungen ergab sich:

$V = 0^R002$ (Violett).

Spalt etwas weit. Stark überexponirte Platte; K. L. sehr breit. Unter der Lupe ist die Coincidenz der K. L. mit der breiten Wasserstofflinie im Stern scheinbar vollkommen.

Digitized by Google

W. L.	⊙	*	Δ	Δ,	Bemerkungen
			α Canis majoris. 1890 Februar 12. Platte Nr. 178.		
432.62	$2^R.380$	$2^R.385$	$-0^R.005$	$+0^R.005$	Gute Aufnahme. Verschiebung nach Roth gering, aber bestimmt zu sehen.
Hγ; K.L.	6.933	6.906	+ 0.027		D = $+0^R.005 + 0.0024\ (6^R.9 - 6^R.4)$.
435.22	10.374	10.365	+ 0.014	+ 0.004	K.L. = $+0^R.027$
					D = + 0.006
					V = $0^R.021$ (Roth).
			α Canis minoris. 1888 December 8. Platte Nr. 62.		
431.56	18.152	18.110	+ 0.042	+ 0.088	Sternspectrum breit und infolge dessen etwas zart. Künstliche Linie sehr kräftig. Platte trotzdem gut zum Messen geeignet.
432.12	19.985	19.935	+ 0.050	+ 0.088	
432.62	21.558	21.506	+ 0.052	+ 0.083	1) 2 gleich starke Linien, Mitte.
Hγ; K.L.	26.119	26.159	— 0.040		2) Breit im Sonnenspectrum, schwach im Sternspectrum.
435.22	29.562	29.493	+ 0.069	+ 0.066	D = $+0^R.086 + 0.0043\ (26^R.2 - 28^R.8)$.
435.90 } 436.00 }	31.774	31.661 [1]	+ 0.113	+ 0.097	K.L. = $-0^R.040$
					D = + 0.075
438.41	38.939	38.802 [2]	+ 0.137	+ 0.094	V = $0^R.115$ (Violett).
439.55	42.242	42.106	+ 0.136	+ 0.079	
			α Canis minoris. 1888 December 29. Platte Nr. 77.		
430.84	14.142	14.158	— 0.016	+ 0.027	Platte ganz vorzüglich zum Messen geeignet.
431.56	16.431	16.448	— 0.017	+ 0.018	D = $+0^R.025 + 0.0036\ (24^R.4 - 26^R.2)$.
432.12	18.262	18.252	+ 0.010	+ 0.038	K.L. = $-0^R.057$
432.62	19.830	19.843	— 0.013	+ 0.010	D = + 0.019
Hγ; K.L.	24.391	24.448	— 0.057		V = $0^R.076$ (Violett).
435.22	27.837	27.803	+ 0.034	+ 0.028	
437.02	33.176	33.127	+ 0.049	+ 0.024	
438.41	37.213	37.130	+ 0.083	+ 0.044	
440.50	43.244	43.173	+ 0.071	+ 0.010	
			α Canis minoris. 1891 Februar 5. Platte Nr. 235.		
431.56	12.904	12.913 [1]	— 0.009	+ 0.004	Das Sternspectrum zeigt deutliche Abweichungen vom Sonnenspectrum.
431.91	14.060	14.074 [2]	— 0.014	— 0.002	
432.62	16.315	16.340	— 0.025	— 0.016	1) Linie im Stern etwas fehlerhaft.
Hγ; K.L.	20.870	20.856	+ 0.014		2) Linie im Stern matt.
435.22	24.332	24.340	— 0.008	— 0.008	D = $-0^R.004 + 0.0012\ (20^R.9 - 23^R.9)$.
437.02	29.663	29.645	+ 0.018	+ 0.011	K.L. = $+0^R.014$
437.16	30.101	30.107	— 0.006	— 0.013	D = — 0.008
440.48	39.731	39.717	+ 0.014	— 0.005	V = $0^R.022$ (Roth).
			β Geminorum. 1889 Januar 5. Platte Nr. 85.		
431.56	18.820	18.890	— 0.070	— 0.037	Spectrum infolge unregelmässiger Bewegung des Uhrwerks ungleich hell.
431.91	19.970	20.059	— 0.089	— 0.062	
432.83	22.908	22.991	— 0.083	— 0.070	D = $-0^R.052 + 0.0049\ (26^R.8 - 25^R.6)$.
433.74	25.724	25.762	— 0.038	— 0.039	K.L. = $-0^R.042$
Hγ; K.L.	26.774	26.816	— 0.042		D = — 0.046
434.46	27.991	28.022	— 0.031	— 0.043	V = $0^R.004$ (Roth).
435.31	30.522	30.564	— 0.042	— 0.067	
436.00	32.574	32.585	— 0.011	— 0.045	

Digitized by Google

W. L.	⊙	*	Δ	Δ,	Bemerkungen
			β Geminorum. 1889 Februar 3. Platte Nr. 94.		
Hγ; K.L.	$27^R.741$	$276^R.82$	$+ 0^R.059$		D = + 0R.032 + 0.0024 (27R.7 − 38R.1).
436.00	33.537	33.516	+ 0.021	$+ 0^R.032$	K.L. = + 0R.059
437.16	36.968	36.938	+ 0.030	+ 0.033	D = + 0.007
439.55	43.864	43.818	+ 0.046	+ 0.032	V = 0R.052 (Roth).
			β Geminorum. 1889 Februar 3. Platte Nr. 94.		
432.12	1.657	1.657	0.000	+ 0.012	D = + 0R.014 + 0.0018 (7R.7 − 8R.1).
433.42	5.765	5.751	+ 0.014	+ 0.018	K.L. = + 0R.064
Hγ; K.L.	7.784	7.720	+ 0.064		D = + 0.013
435.22	11.233	11.218	+ 0.015	+ 0.009	V = 0R.051 (Roth).
436.00	13.577	13.551	+ 0.026	+ 0.016	
			γ Leonis. 1889 April 3. Platte Nr. 114.		
431.47	19.124	19.060	+ 0.064	+ 0.084	Sehr gute Platte, künstliche Linie sehr kräftig.
431.56	19.393	19.325	+ 0.068	+ 0.088	D = + 0R.080 + 0.0025 (27R.3 − 27R.1).
431.91	20.550	20.495	+ 0.055	+ 0.072	K.L. = + 0R.014
432.12	21.229	21.170	+ 0.059	+ 0.074	D = + 0.081
Hγ; K.L.	27.358	27.344	+ 0.014		V = 0R.067 (Violett).
435.31	31.102	31.009	+ 0.093	+ 0.083	
436.00	33.152	33.047	+ 0.105	+ 0.090	
437.02	36.150	36.062	+ 0.088	+ 0.065	
437.16	36.577	36.467	+ 0.110	+ 0.086	
			γ Leonis. 1890 April 4. Platte Nr. 187.		
431.56	1.626	1.425	+ 0.201	+ 0.194	Aufnahme etwas verwaschen, aber gut zu messen.
431.91	2.767	2.616	+ 0.151	+ 0.145	D = + 0R.179 − 0.0009 (9R.5 − 9R.5).
432.12	3.441	3.243	+ 0.198	+ 0.192	K.L. = + 0R.108
Hγ; K.L.	9.581	9.473	+ 0.108		D = + 0.179
435.22	13.035	12.848	+ 0.187	+ 0.190	V = 0R.071 (Violett).
437.02	18.367	18.203	+ 0.164	+ 0.172	
437.16	18.806	18.636	+ 0.170	+ 0.178	
			α Ursae majoris. 1888 November 7. Platte Nr. 26.		
431.56	12.841	12.750	+ 0.091	+ 0.110	Platte stark nachgeschwärzt, gut messbar. Die künstliche Linie ist etwas breit.
431.91	14.006	13.929	+ 0.077	+ 0.093	D = + 0R.100 + 0.0020 (20R.8 − 22R.1).
Hγ; K.L.	20.815	20.840	− 0.025		K.L. = − 0R.025
435.31	24.527	24.433	+ 0.094	+ 0.089	D = + 0.097
437.02	29.621	29.489	+ 0.132	+ 0.117	V = 0R.122 (Violett).
437.16	30.023	29.915	+ 0.108	+ 0.092	

Digitized by Google

W. L.	⊙	*	Δ	Δ,	Bemerkungen
			α Ursae majoris. 1888 November 9. Platte Nr. 31.		
431.56	$14^R.412$	$14^R.328$	$+ 0^R.084$	$+ 0^R.120$	Photographie etwas verwaschen, besonders die künstliche Linie; immerhin gut zu messen.
432.12	16.216	16.137	+ 0.079	+ 0.107	D = $+ 0^R.113 + 0.0047 (22^R.4 - 22^R.0)$.
Hγ; K.L.	22.372	22.387	− 0.015		K.L. = $- 0^R.015$
435.31	26.107	25.980	+ 0.127	+ 0.108	D = + 0.115
437.16	31.597	31.436	+ 0.161	+ 0.117	V = $0^R.130$ (Violett).
			α Ursae majoris. 1889 Mai 4. Platte Nr. 128.		
431.47	19.855	19.801	+ 0.054	+ 0.041	Ganz vorzügliche Platte.
431.56	20.125	20.032	+ 0.093	+ 0.081	Die etwas starke Abweichung bei der zweiten Linie ($\lambda = 431.56$) beruht nicht auf einem zufälligen Messungsfehler. Eine Wiederholung ergab:
431.91	21.287	21.244	+ 0.043	+ 0.033	⊙ $19^R.771$ * $19^R.729$ Δ = + 0.042
432.12	21.937	21.876	+ 0.061	+ 0.052	20.042 20.962 + 0.080
Hγ; K.L.	28.082	27.994	+ 0.088		*Hγ*; K.L. 28.018 27.919 [+ 0.091]
435.22	31.541	31.500	+ 0.041	+ 0.048	31.749 31.709 + 0.040
435.31	31.835	31.788	+ 0.047	+ 0.055	D = $+ 0^R.052 - 0.0017 (28^R.0 - 27^R.2)$.
436.00	33.872	33.831	+ 0.041	+ 0.052	K.L. = $+ 0^R.088$
437.16	37.328	37.290	+ 0.038	+ 0.055	D = + 0.051
					V = $0^R.037$ (Roth).
			α Ursae majoris. 1889 Mai 22. Platte Nr. 137.		
431.56	3.751	3.705	+ 0.046	+ 0.030	Sehr gute Aufnahme, doch nicht so gut wie Nr. 128.
431.91	4.915	4.851	+ 0.064	+ 0.050	D = $+ 0^R.038 - 0.0018 (11^R.7 - 12^R.5)$.
Hγ; K.L.	11.709	11.658	+ 0.051		K.L. = $+ 0^R.051$
435.31	15.463	15.441	+ 0.022	+ 0.027	D = + 0.039
436.00	17.504	17.470	+ 0.034	+ 0.043	V = $0^R.012$ (Roth).
437.16	20.944	20.920	+ 0.024	+ 0.039	
			α Ursae majoris. 1889 Mai 22. Platte Nr. 137.		
431.47	3.374	3.338	+ 0.036	+ 0.011	Sehr gute Aufnahme.
431.56	3.632	3.559	+ 0.073	+ 0.049	D = $+ 0^R.036 - 0.0028 (11^R.5 - 12^R.2)$.
431.91	4.795	4.721	+ 0.074	+ 0.053	K.L. = $+ 0^R.074$
Hγ; K.L.	11.594	11.520	+ 0.074		D = + 0.038
435.31	15.328	15.317	+ 0.011	+ 0.020	V = $0^R.036$ (Roth).
436.00	17.390	17.355	+ 0.035	+ 0.050	
437.02	20.403	20.392	+ 0.011	+ 0.034	
437.16	20.811	20.799	+ 0.012	+ 0.036	
			α Bootis. 1888 October 5. Platte Nr. 7.		
431.56	19.333	19.398	− 0.065	—	Platte stark nachgeschwärzt, etwas schwer zu messen.
431.91	20.476	20.575	− 0.099	—	An dieser Stelle scheint eine Verzerrung der Schicht stattgefunden zu haben; dieselben Differenzen ergaben sich bei Wiederholung der Messungen.
432.12	21.172	21.202	− 0.030	—	
Hγ; K.L.	27.295	27.380	− 0.085		Kein Gang.
435.22	30.749	30.809	− 0.060	—	K.L. = $- 0^R.085$
437.16	36.513	36.564	− 0.051	—	D = − 0.061
439.55	43.415	43.476	− 0.061	—	V = $0^R.024$ (Violett).

Digitized by Google

W. L.	⊙	*	Δ	Δ,	Bemerkungen
			α Bootis. 1889 April 4. Platte Nr. 117.		
431.56	$7^R.761$	$7^R.736$	$+ 0^R.025$	$+ 0^R.038$	Vorzügliche Aufnahme.
432.12	9.590	9.577	+ 0.013	+ 0.023	D = $+ 0^R.027 + 0.0015 (15^R.7 - 16^R.2)$.
432.62	11.165	11.152	+ 0.013	+ 0.021	K.L. = $- 0^R.021$
Hγ; K.L.	15.716	15.737	— 0.021		D = + 0.026
435.22	19.176	19.140	+ 0.036	+ 0.032	V = $0^R.047$ (Violett).
435.31	19.466	19.446	+ 0.020	+ 0.015	
436.00	21.500	21.467	+ 0.033	+ 0.025	
437.16	24.938	24.889	+ 0.049	+ 0.036	
			α Bootis. 1889 April 30. Platte Nr. 123.		
431.91	18.617	18.640	— 0.023	—	Vorzügliche Aufnahme.
432.12	19.286	19.300	— 0.014	—	1) Linie im Sonnenspectrum schwach, im Sternspectrum sehr gut.
433.31	23.050	23.086 [1]	— 0.036	—	2) Auffassung der Linie im Sternspectrum schwer.
Hγ; K.L.	25.415	25.454	— 0.039		Kein Gang.
435.22	28.881	28.923 [2]	— 0.042	—	K.L. = $- 0^R.039$
435.31	29.143	29.220	— 0.077	—	D = — 0.041
436.00	31.202	31.258	— 0.056	—	V = $0^R.002$ (Violett).
437.02	34.216	34.255	— 0.039	—	
			α Bootis. 1889 Mai 17. Platte Nr. 133.		
431.91	18.757	18.845	— 0.088	— 0.113	Vorzügliche Aufnahme.
432.12	19.426	19.490	— 0.064	— 0.086	1) Helle Linie, von der vorhergehenden gut getrennt.
432.62	21.008	21.092 [1]	— 0.084	— 0.101	D = $- 0^R.101 - 0.0033 (25^R.6 - 26^R.3)$.
Hγ; K.L.	25.561	25.626	— 0.065		K.L. = $- 0^R.065$
435.22	29.013	29.114	— 0.101	— 0.092	D = — 0.099
435.31	29.302	29.427	— 0.125	— 0.115	V = $0^R.034$ (Roth).
436.00	31.347	31.468	— 0.121	— 0.104	
437.02	34.355	34.479	— 0.124	— 0.097	
			α Bootis. 1890 April 15. Platte Nr. 196.		
431.56	9.800	9.804	— 0.004	— 0.013	Gute Aufnahme.
431.91	10.950	10.954	— 0.004	— 0.011	D = $- 0^R.012 - 0.00115 (17^R.8 - 17^R.3)$.
432.12	11.614	11.621	— 0.007	— 0.014	K.L. = $- 0^R.036$
Hγ; K.L.	17.756	17.792	— 0.036		D = — 0.013
435.22	21.219	21.228	— 0.009	— 0.005	V = $0^R.023$ (Violett).
435.90	23.254	23.281	— 0.027	— 0.020	
437.16	26.983	27.005	— 0.022	— 0.011	
			α Bootis. 1890 April 15. Platte Nr. 196.		
431.56	16.785	16.774	+ 0.011	—	Gute Aufnahme.
432.12	18.608	18.614	— 0.006	—	Kein Gang.
Hγ; K.L.	24.748	24.771	— 0.023		K.L. = $- 0^R.023$
435.90	30.244	30.242	+ 0.002	—	D = 0.000
437.16	33.978	33.985	— 0.007	—	V = $0^R.023$ (Violett).

Digitized by Google

W. L.	⊙	*	Δ	Δ,	Bemerkungen
			α Bootis. 1890 Mai 23. Platte Nr. 206.		
431.56	$2^R.643$	$2^R.587$	$+ 0^R.056$	$+ 0^R.021$	Keine besonders gute Aufnahme, Linien etwas verwaschen.
431.91	3.799	3.740	+ 0.059	+ 0.029	$D = + 0^R.028 - 0.0043\ (10^R.5 - 10^R.7)$.
432.12	4.475	4.418	+ 0.057	+ 0.030	$K.L. = + 0^R.074$
Hγ; K.L.	10.603	10.529	+ 0.074		$D = + 0.029$
435.31	14.344	14.320	+ 0.024	+ 0.039	$V = 0^R.045$ (Roth).
437.02	19.405	19.434	— 0.029	+ 0.008	
437.16	19.840	19.842	— 0.002	+ 0.037	
			ε Bootis. 1889 Mai 5. Platte Nr. 129.		
431.56	6.957	6.905 [1]	+ 0.052	+ 0.032	Ziemlich gutes Spectrum.
431.91	8.113	8.056	+ 0.057	+ 0.040	1) Unsichere Beobachtung; Linie im Sternspectrum schwer aufzufassen.
432.83	11.017	10.957	+ 0.060	+ 0.049	2) Unsichere Messung an der Sternlinie.
Hγ; K.L.	14.911	14.915	— 0.004		$D = + 0^R.041 - 0.0021\ (14^R.9 - 16^R.2)$.
435.31	18.642	18.601	+ 0.041	+ 0.046	$K.L. = - 0^R.004$
436.00	20.707	20.668	+ 0.039	+ 0.048	$D = + 0.044$
437.02	23.705	23.681 [2]	+ 0.024	+ 0.040	$V = 0^R.048$ (Violett).
437.16	24.140	24.125	+ 0.015	+ 0.032	
			ε Bootis. 1889 Mai 21. Platte Nr. 135.		
431.46	1.670	1.702	— 0.032	— 0.030	Recht gute Aufnahme.
431.91	2.833	2.866	— 0.033	— 0.032	$D = - 0^R.033 + 0.0002\ (9^R.7 - 9^R.6)$.
432.83	5.739	5.779	— 0.040	— 0.039	$K.L. = - 0^R.048$
Hγ; K.L.	9.630	9.678	— 0.048		$D = - 0.033$
435.31	13.363	13.388	— 0.025	— 0.026	$V = 0^R.015$ (Violett).
436.00	15.418	15.456	— 0.038	— 0.039	
437.02	18.433	18.462	— 0.029	— 0.031	
			β Ursae minoris. 1888 November 9. Platte Nr. 29.		
431.91	3.935	3.850	+ 0.085	—	Aufnahme etwas matt, schwer zu messen. Künstliche Linie etwas verwaschen..
432.12	4.584	4.476	+ 0.108	—	Kein Gang.
Hγ; K.L.	10.729	10.600	+ 0.129		$K.L. = + 0^R.129$
435.31	14.473	14.394	+ 0.079	—	$D = + 0.089$
437.02	19.517	19.446	+ 0.071	—	$V = 0^R.040$ (Roth).
437.16	19.956	19.856	+ 0.100	—	
			β Ursae minoris. 1889 Mai 3. Platte Nr. 126.		
431.91	16.785	16.742	+ 0.043	+ 0.026	Sehr gute Aufnahme; künstliche Linie stark.
432.12	17.457	17.403	+ 0.054	+ 0.038	$D = + 0^R.032 - 0.0020\ (23^R.5 - 25^R.3)$.
Hγ; K.L.	23.592	23.463	+ 0.129		$K.L. = + 0^R.129$
435.31	27.326	27.295	+ 0.031	+ 0.035	$D = + 0.036$
437.02	32.375	32.367	+ 0.008	+ 0.022	$V = 0^R.093$ (Roth).
437.16	32.807	32.781	+ 0.026	+ 0.041	

Digitized by Google

W. L.	⊙	*	Δ	Δ,	Bemerkungen
			β Ursae minoris. 1889 Mai 4. Platte Nr. 127.		
431.56	6.438	6.535	— 0.097	— 0.106	Gute Platte. Die künstliche Linie stark und etwas weniger scharf als bei Nr. 126.
431.91	7.590	7.683	— 0.093	— 0.100	Einstellung des Collimators ist falsch gewesen, der Vereinigungspunkt liegt zu sehr nach Violett. Die Linien nach Roth von der *Hγ*-Linie aus sind etwas verwaschen.
432.12	8.259	8.331	— 0.072	— 0.079	
Hγ; K.L.	14.403	14.413	— 0.010		D = — 0.095 — 0.0012 (14.4 — 13.9).
437.02	23.194	23.301	— 0.107	— 0.096	K.L. = — 0.010
437.16	23.621	23.728	— 0.107	— 0.095	D = — 0.096
					V = 0.086 (Roth).
			β Ursae minoris. 1889 Juni 2. Platte Nr. 147.		
431.47	14.984	14.992	— 0.008	— 0.054	Gut zu messende Platte, künstliche Linie kräftig.
431.56	15.258	15.229	+ 0.029	— 0.016	1) Linie im Stern etwas unregelmässig.
431.91	16.408	16.397	+ 0.011	— 0.027	D = — 0.031 — 0.0057 (23.1 — 23.1).
432.12	17.072	17.051	+ 0.021	— 0.013	K.L. = + 0.080
Hγ; K.L.	23.218	23.138	+ 0.080		D = — 0.031
435.31	26.950	27.030	— 0.080	— 0.058	V = 0.111 (Roth).
436.00	29.011	29.069	— 0.058	— 0.024	
437.02	32.005	32.110 [1]	— 0.105	— 0.054	
437.16	32.440	32.494	— 0.054	0.000	
			β Ursae minoris. 1889 Juni 2. Platte Nr. 147.		
431.91	16.583	16.485	+ 0.098	+ 0.046	Die künstliche Linie ist etwas wellig gestaltet.
432.12	17.248	17.144	+ 0.104	+ 0.056	D = + 0.045 — 0.0060 (23.2 — 25.1).
Hγ; K.L.	23.386	23.230	+ 0.156		K.L. = + 0.156
435.31	27.110	27.110	0.000	+ 0.012	D = + 0.056
437.02	32.174	32.173	+ 0.001	+ 0.043	V = 0.100 (Roth).
437.16	32.607	32.584	+ 0.023	+ 0.068	
			α Serpentis. 1889 Mai 13. Platte Nr. 132.		
			Spectrum infolge grosser Schwäche zur Messung ungeeignet. Es wurde versucht, das Spectrum so zu legen, dass die Linien des Sternspectrums in die Verlängerung der Linien des Sonnenspectrums fielen, und dann ergab sich durch Messung der Entfernung der künstlichen Linie von der *Hγ*-Linie in der Sonne: V = 0.1 (Roth).		
			β Herculis. 1889 Juni 7. Platte Nr. 150.		
431.56	5.928	5.943	— 0.015	— 0.055	Sehr sicher zu messendes Spectrum.
431.91	7.086	7.100	— 0.014	— 0.047	1) Linie im Sonnenspectrum sehr schmal und schwer aufzufassen.
432.74	9.687	9.702	— 0.015	— 0.034	D = — 0.039 — 0.0055 (14.1 — 13.1).
432.83	9.982	9.983 [1]	— 0.001	— 0.018	K.L. = — 0.175.
Hγ; K.L.	13.891	14.066	— 0.175		D = — 0.044
434.82	16.154	16.206	— 0.052	— 0.035	V = 0.131 (Violett).
436.00	19.673	19.746	— 0.073	— 0.037	
437.02	22.678	22.781	— 0.103	— 0.050	

Digitized by Google

W. L.	⊙	*	Δ	Δ,	Bemerkungen
			β Herculis. 1889 Juni 25. Platte Nr. 152.		
431.56	$6^R.354$	$6^R.296$	$+ 0^R.058$	$+ 0^R.040$	Spectrum im Allgemeinen nicht leicht zu messen, etwas matt.
431.91	7.504	7.438	+ 0.066	+ 0.052	
432.12	8.179	8.096	+ 0.083	+ 0.071	$D = + 0^R.054 - 0.00305\ (14^R.4 - 12^R.1)$.
432.62	9.754	9.690	+ 0.064	+ 0.057	$K.L. = - 0^R.044$
Hγ; K.L.	14.314	14.358	— 0.044		$D = + 0.047$
435.31	18.063	18.031	+ 0.032	+ 0.050	$V = 0^R.091$ (Violett).
437.02	23.116	23.095	+ 0.021	+ 0.055	
			γ Cygni. 1888 November 12. Platte Nr. 39.		
431.56	12.516	12.651	— 0.135	— 0.095	Spectrum des Sterns weicht stark vom Sonnenspectrum ab. Platte stark nachgeschwärzt. Silberkorn grob.
431.91	13.664	13.833	— 0.169	— 0.135	
432.12	14.335	14.494	— 0.159	— 0.129	$D = - 0^R.119 + 0.0056\ (20^R.5 - 19^R.8)$.
Hγ; K.L.	20.469	20.525	— 0.056		$K.L. = - 0^R.056$
436.81	28.665	28.736	— 0.071	— 0.121	$D = - 0.115$
437.02	29.253	29.316	— 0.063	— 0.116	$V = 0^R.059$ (Roth).
			γ Cygni. 1888 December 28. Platte Nr. 73.		
431.56	5.989	5.956	+ 0.033	+ 0.061	Sehr enger Spalt. K.L. sehr scharf und schmal, Spectrum aber sehr schwach; infolge dessen schwierige Messung.
432.12	7.818	7.788	+ 0.030	+ 0.053	
Hγ; K.L.	13.952	13.888	+ 0.064		$D = + 0^R.056 + 0.0029\ (13^R.9 - 15^R.8)$.
435.90	19.457	19.398	+ 0.059	+ 0.049	$K.L. = + 0^R.064$
437.02	22.744	22.659	+ 0.085	+ 0.065	$D = + 0.050$
437.16	23.180	23.105	+ 0.075	+ 0.054	$V = 0^R.014$ (Roth).
			α Cygni. 1888 October 14. Platte Nr. 11.		
			1. Messung.		
430.84	4.913	5.007	— 0.094	— 0.043	Ueberexponirte Platte.
Hγ; K. L.	15.158	15.173	— 0.015		$D = - 0^R.043 + 0.0075\ (15^R.2 - 11^R.8)$.
435.22	18.608	18.600	+ 0.008	— 0.043	$K.L. = - 0^R.015$
					$D = - 0.018$
					$V = 0^R.003$ (Roth).
			2. Messung.		
430.84	16.740	16.785	— 0.045	— 0.012	$D = - 0^R.013 + 0.0048\ (27^R.0 - 23^R.6)$.
Hγ; K.L.	26.974	26.969	+ 0.005		$K.L. = + 0^R.005$
435.22	30.433	30.413	+ 0.020	— 0.013	$D = + 0.003$
					$V = 0^R.002$ (Roth).
			α Cygni. 1888 November 11. Platte Nr. 36.		
			1. Messung.		
430.84	13.492	13.556	— 0.064	— 0.038	Gute Aufnahme.
Hγ; K.L.	23.739	23.720	+ 0.019		$D = - 0^R.038 + 0.0038\ (23^R.7 - 20^R.4)$.
435.22	27.198	27.210	— 0.012	— 0.038	$K.L. = + 0^R.019$
					$D = - 0.025$
					$V = 0^R.044$ (Roth).

Digitized by Google

W. L.	⊙	*	Δ	Δ,	Bemerkungen
			2. Messung.		
430.84	$13^{R}.698$	$13^{R}.780$	$-0^{R}.082$	$-0^{R}.063$	D = $-0^{R}.063 + 0.0028\ (24^{R}.0 - 20^{R}.6)$.
Hγ; K.L.	23.940	23.956	− 0.016		K.L. = $-0^{R}.016$
435.22	27.397	27.441	− 0.044	− 0.063	D = − 0.054
					V = $0^{R}.038$ (Roth).
			α Cygni. **1888 November 13. Platte Nr. 41.**		
			1. Messung.		
430.84	23.458	23.514	− 0.056	—	Künstliche Linie breit und etwas verwaschen; sonst gute Aufnahme.
Hγ; K.L.	33.708	33.698	+ 0.010		Kein Gang.
435.22	37.168	37.222	− 0.055	—	K.L. = $+0^{R}.010$
					D = − 0.056
					V = $0^{R}.030$ (Roth).
			2. Messung.		
430.84	2.523	2.513	+ 0.010	—	D = $-0^{R}.005 - 0.0022\ (12^{R}.7 - 9^{R}.4)$.
Hγ; K.L.	12.757	12.739	+ 0.018		K.L. = $-0^{R}.018$
435.22	16.209	16.229	− 0.020	—	D = − 0.012
					V = $0^{R}.030$ (Roth).
			α Cygni. **1889 Juni 6. Platte Nr. 149.**		
430.84	1.483	1.406	+ 0.077	+ 0.038	Ausgezeichnete Platte.
Hγ; K.L.	11.722	11.785	− 0.063		D = $+0^{R}.039 - 0.0056\ (11^{R}.8 - 8^{R}.3)$.
435.22	15.180	15.180	0.000	+ 0.039	K.L. = $-0^{R}.063$
					D = + 0.019
					V = $0^{R}.082$ (Violett).
			ε Pegasi. **1888 October 5. Platte Nr. 8.**		
431.91	12.556	12.569	− 0.013	+ 0.012	Stark nachgeschwärzte, aber entschieden sehr gut brauchbare Platte.
432.12	13.217	13.216	+ 0.001	+ 0.024	1) Feine Linie, dicht auf einer hellen, die im Sternspectrum zu breit ist.
Hγ; K.L.	19.370	19.250	+ 0.120		2) Sehr schwach im Sonnenspectrum; sehr fein, aber gut markirt im Sternspectrum.
434.46	20.580	20.596	− 0.016	− 0.018	D = $+0^{R}.014 + 0.0033\ (19^{R}.3 - 20^{R}.1)$.
435.31	23.117	23.065 [1]	+ 0.052	+ 0.042	K.L. = $+0^{R}.120$
437.97	30.929	30.881 [2]	+ 0.048	+ 0.012	D = + 0.011
					V = $0^{R}.109$ (Roth).
			ε Pegasi. **1888 November 10. Platte Nr. 32.**		
431.91	11.422	11.431	− 0.009	+ 0.057	Platte stark nachgeschwärzt, schwer zu messen.
Hγ; K.L.	18.225	18.030	+ 0.195		D = $+0^{R}.055 + 0.0067\ (18^{R}.0 - 21^{R}.3)$.
434.46	19.453	19.415	+ 0.038	+ 0.051	K.L. = $+0^{R}.195$
442.59	43.328	43.192	+ 0.136	+ 0.056	D = + 0.033
					V = $0^{R}.162$ (Roth).
			β Pegasi. **1889 November 24. Platte Nr. 160.**		
431.91	13.304	13.472	− 0.168	− 0.118	Aufnahme bei sehr weitem Spalt gemacht; trotzdem ist das Spectrum ausserordentlich schwach und die Messung ganz unsicher.
432.12	13.979	14.102	− 0.123	− 0.076	D = $-0^{R}.098 + 0.0063\ (20^{R}.1 - 21^{R}.5)$.
Hγ; K.L.	20.126	20.100	+ 0.026		K.L. = $+0^{R}.026$
437.02	28.920	28.956	− 0.036	− 0.083	D = − 0.107
437.16	29.352	29.415	− 0.063	− 0.113	V = $0^{R}.133$ (Roth).

Digitized by Google

Beobachter: Scheiner.

W. L.	⊙	*	Δ	Δ,	Bemerkungen
			α Cassiopejae. 1890 Februar 20. Platte Nr. 179.		
431.91	$19^R.870$	$19^R.814$	$+0^R.056$	—	Recht gute Aufnahme.
432.12	20.532	20.494	+ 0.038	—	Kein Gang.
Hγ; K.L.	26.661	26.607	+ 0.054		K.L. = $+0^R.054$
437.02	35.443	35.416	+ 0.027	—	D = + 0.047
437.16	35.898	35.832	+ 0.066	—	V = $0^R.007$ (Roth).
			α Cassiopejae. 1890 Februar 21. Platte Nr. 180.		
431.56	7.079	7.158	— 0.079	$-0^R.072$	Sehr gute Aufnahme.
431.91	8.235	8.347	— 0.112	— 0.106	D = $-0^R.080 + 0.0009$ ($15^R.1 - 14^R.5$).
432.12	8.912	8.977	— 0.065	— 0.060	K.L. = $-0^R.060$
Hγ; K.L.	15.052	15.112	— 0.060		D = — 0.079
437.02	23.818	23.879	— 0.061	— 0.069	V = $0^R.019$ (Roth).
437.16	24.263	24.345	— 0.082	— 0.091	
			β Andromedae. 1888 November 6. Platte Nr. 25.		
431.56	5.460	5.428	+ 0.032	+ 0.090	Schwieriges Object, da der Vergleich mit dem ⊙-Spectrum wegen Verwaschenheit der Linien nicht leicht ist.
431.91	6.618	6.501	+ 0.117	+ 0.167	D = $+0^R.141 + 0.0058$ ($13^R.2 - 15^R.2$).
433.74	12.377	12.220	+ 0.157	+ 0.174	K.L. = $+0^R.216$
Hγ; K.L.	13.425	13.209	+ 0.216		D = + 0.129
437.16	22.656	22.466	+ 0.190	+ 0.148	V = $0^R.087$ (Roth).
439.55	29.562	29.354	+ 0.208	+ 0.126	
			β Andromedae. 1889 September 4. Platte Nr. 153.		
432.12	18.216	18.229	— 0.013	— 0.047	Ziemlich gute Aufnahme.
433.42	22.307	22.346	— 0.039	— 0.054	D = $-0^R.049 - 0.0046$ ($24^R.4 - 25^R.5$).
Hγ; K.L.	24.348	24.409	— 0.061		K.L. = $-0^R.061$
435.31	28.095	28.155	— 0.060	— 0.048	D = — 0.044
437.02	33.127	33.211	— 0.084	— 0.049	V = $-0^R.017$ (Violett).
			α Ursae minoris. 1888 November 14. Platte Nr. 43.		
431.37	11.898	11.899	— 0.001	+ 0.016	Recht gutes Spectrum; die künstliche Linie aber sehr schwach.
431.91	13.737	13.743	— 0.006	+ 0.007	D = $+0^R.012 + 0.0022$ ($20^R.7 - 19^R.8$).
Hγ; K.L.	20.547	20.678	— 0.131		K.L. = $-0^R.131$
435.22	23.893	23.971	+ 0.022	+ 0.013	D = + 0.014
437.16	29.749	29.715	+ 0.034	+ 0.012	V = $0^R.145$ (Violett).

Digitized by Google

W. L.	⊙	*	Δ	Δ,	Bemerkungen
			α Ursae minoris. 1888 December 6. Platte Nr. 55.		
431.91	$14^R.294$	$14^R.282$	$+ 0^R.012$	$+ 0^R.031$	Sehr gute Aufnahme.
432.12	14.969	14.997	— 0.028	— 0.011	D = + $0^R.003$ + 0.0028 ($21^R.2$ — $21^R.2$).
432.62	16.552	16.575	— 0.023	— 0.010	K.L. = — $0^R.126$
Hγ; K.L.	21.103	21.229	— 0.126		D = + 0.003
435.22	24.542	24.525	+ 0.017	+ 0.008	V = $0^R.129$ (Violett).
436.00	26.883	26.885	— 0.002	— 0.018	
437.02	29.880	29.836	+ 0.044	+ 0.020	
			γ Andromedae. 1888 December 13. Platte Nr. 66.		
431.91	8.781	8.809	— 0.028	+ 0.031	Künstliche Linie etwas schwach; Spectrum sonst gut zu messen.
433.42	13.546	13.553	— 0.007	+ 0.016	D = + $0^R.026$ + 0.0075 ($15^R.6$ — $16^R.6$).
Hγ; K.L.	15.582	15.560	+ 0.022		K.L. = + $0^R.022$
435.31	19.333	19.277	+ 0.056	+ 0.036	D = + 0.018
437.16	24.816	24.732	+ 0.084	+ 0.022	V = $0^R.004$ (Roth).
			γ Andromedae. 1888 December 14. Platte Nr. 69.		
433.31	2.420	2.478	— 0.058	—	Spectrum sehr matt.
Hγ; K.L.	4.791	4.860	— 0.069		Kein Gang.
435.90	10.269	10.312	— 0.043	—	K.L. = — $0^R.069$
437.16	14.013	14.062	0.049	—	D = — 0.050
					V = $0^R.019$ (Violett).
			γ Andromedae. 1890 Februar 12. Platte Nr. 177.		
431.56	5.098	5.136	— 0.038	— 0.032	Ziemlich gut zu messen.
432.12	6.930	6.934	— 0.004	+ 0.001	D = — $0^R.023$ + 0.0007 ($13^R.0$ — $14^R.0$).
433.42	11.046	11.086	— 0.040	— 0.038	K.L. = + $0^R.022$
Hγ; K.L.	13.057	13.035	+ 0.022		D = — 0.024
435.31	16.800	16.834	— 0.034	— 0.036	V = $0^R.046$ (Roth).
437.02	21.844	21.861	— 0.017	— 0.023	
437.16	22.290	22.297	— 0.007	— 0.013	
			α Arietis. 1888 November 5. Platte Nr. 23.		
431.91	10.846	10.843	+ 0.003	—	Recht gut zu messen.
432.12	11.507	11.524	— 0.017	—	Kein Gang.
Hγ; K.L.	17.650	17.728	— 0.078		K.L. = — $0^R.078$
437.02	26.417	26.417	0.000	—	D = — 0.004
437.16	26.868	26.870	— 0.002	—	V = $0^R.074$ (Violett).
			α Arietis. 1890 Februar 7. Platte Nr. 175.		
431.91	6.002	5.964	+ 0.038	+ 0.051	Ziemlich gut zu messen.
432.12	6.667	6.612	+ 0.055	+ 0.067	D = + $0^R.059$ + 0.0016 ($12^R.7$ — $14^R.0$).
Hγ; K.L.	12.811	12.673	+ 0.138		K.L. = + $0^R.138$
337.02	21.570	21.512	+ 0.058	+ 0.046	D = + 0.057
437.16	22.034	21.950	+ 0.084	+ 0.071	V = $0^R.081$ (Roth).

Digitized by Google

W. L.	⊙	*	Δ	Δ,	Bemerkungen
					α Arietis. 1890 Februar 12. Platte Nr. 176.
431.91	$16^{R}.942$	$16^{R}.986$	$-0^{R}.044$	$-0^{R}.033$	Spectrum nicht sehr scharf; künstliche Linie etwas deformirt.
432.12	17.625	17.637	− 0.012	− 0.002	D = $-0^{R}.022 + 0.0015\ (23^{R}.7 - 24^{R}.4)$.
433.42	21.714	21.754	− 0.040	− 0.036	K.L. = $+0^{R}.043$
Hγ; K.L.	23.751	23.708	+ 0.043		D = − 0.023
437.02	32.528	32.543	− 0.015	− 0.027	V = $0^{R}.066$ (Roth).
437.16	32.958	32.959	− 0.001	− 0.014	
					α Persei. 1888 December 5. Platte Nr. 53.
430.84	17.602	17.610	− 0.008	—	Ziemlich gute Aufnahme.
432.12	21.701	21.743	− 0.042	—	Kein Gang.
432.62	23.293	23.270	+ 0.023	—	K.L. = $-0^{R}.020$
Hγ; K.L.	27.828	27.848	− 0.020		D = − 0.006
434.46	29.044	29.041	+ 0.003	—	V = $0^{R}.014$ (Violett).
436.00	33.617	33.606	+ 0.011	—	
439.81	36.007	36.027	− 0.020	—	
					α Persei. 1888 December 10. Platte Nr. 63.
431.37	3.860	3.946	− 0.086	− 0.042	Sehr gute Aufnahme.
432.12	6.355	6.461	− 0.106	− 0.075	D = $-0^{R}.059 + 0.0050\ (12^{R}.5 - 12^{R}.8)$.
432.62	7.945	8.035	− 0.090	− 0.066	K.L. = $-0^{R}.067$
Hγ; K.L.	12.478	12.545	− 0.067		D = − 0.060
435.22	15.942	15.978	− 0.036	− 0.052	V = $0^{R}.007$ (Violett).
436.81	20.684	20.707	− 0.023	− 0.062	
437.16	21.717	21.727	− 0.010	− 0.054	
					α Tauri. 1888 October 28. Platte Nr. 20.
431.91	19.695	19.694	+ 0.001	− 0.011	Recht gute Aufnahme.
433.42	24.485	24.463	+ 0.022	+ 0.017	D = $-0^{R}.009 - 0.0016\ (26^{R}.4 - 27^{R}.5)$.
Hγ; K.L.	26.496	26.353	+ 0.143		K.L. = $+0^{R}.143$
434.46	27.695	27.737	− 0.042	− 0.042	D = − 0.007
435.31	30.232	30.246	− 0.014	− 0.010	V = $0^{R}.150$ (Roth).
437.02	35.278	35.291	− 0.013	− 0.001	
					α Tauri. 1888 November 10. Platte Nr. 34.
431.91	8.559	8.700	− 0.141	− 0.125	Linien etwas verwaschen; Auffassung nicht leicht.
432.12	9.241	9.385	− 0.144	− 0.129	D = $-0^{R}.123 + 0.0027\ (15^{R}.3 - 14^{R}.8)$.
Hγ; K.L.	15.365	15.310	+ 0.055		K.L. = $+0^{R}.055$
434.46	16.587	16.690	− 0.103	− 0.108	D = − 0.122
437.02	24.125	24.230	− 0.105	− 0.130	V = $0^{R}.177$ (Roth).

Digitized by Google

W. L.	⊙	*	Δ	Δ,	Bemerkungen
			α Tauri. 1888 December 4. Platte Nr. 52.		
431.91	$16^R.382$	$16^R.409$	$-0^R.027$	$-0^R.014$	Matt, aber scharf und gut zu messen.
433.31	20.807	20.813	− 0.006	− 0.001	$D = -0^R.011 + 0.0017\,(23^R.0 - 24^R.0)$.
Hγ; K.L.	23.186	22.975	+ 0.209		$K.L. = +0^R.209$
435.31	26.920	26.938	− 0.018	− 0.023	$D = -0.013$
437.02	31.953	31.945	+ 0.008	− 0.005	$V = 0^R.222$ (Roth).
			α Tauri. 1890 Januar 9. Platte Nr. 168.		
431.91	18.286	18.209	+ 0.077	+ 0.071	Sehr gute Aufnahme.
432.12	18.965	18.847	+ 0.118	+ 0.112	$D = +0^R.093 - 0.0009\,(24^R.7 - 24^R.9)$.
Hγ; K.L.	25.084	24.667	+ 0.417		$K.L. = +0^R.417$
435.31	28.808	28.712	+ 0.096	+ 0.099	$D = +0.093$
437.02	33.862	33.783	+ 0.079	+ 0.087	$V = 0^R.324$ (Roth).
			α Aurigae. 1888 October 22. Platte Nr. 14.		
431.56	3.641	3.666	− 0.025	− 0.051	Gute Aufnahme.
432.12	5.572	5.607	− 0.035	− 0.053	$D = -0^R.050 - 0.00375\,(11^R.8 - 10^R.5)$.
433.74	10.673	10.702	− 0.029	− 0.028	$K.L. = -0^R.037$
Hγ; K.L.	11.726	11.763	− 0.037		$D = -0.055$
434.35	12.555	12.631	− 0.076	− 0.068	$V = 0^R.018$ (Roth).
436.81	19.895	19.979	− 0.084	− 0.048	
			α Aurigae. 1888 October 24. Platte Nr. 15.		
431.37	1.587	1.662	− 0.075	—	Gute Platte, nur ist die künstliche Linie schwer aufzufassen.
431.56	2.272	2.354	− 0.082	—	Kein Gang.
431.91	3.418	3.527	− 0.109	—	$K.L. = -0^R.082$
433.74	9.183	9.315	− 0.132	—	$D = -0.097$
Hγ; K.L.	10.225	10.307	− 0.082		$V = 0^R.015$ (Roth).
434.46	11.470	11.578	− 0.108	—	
435.22	13.677	13.777	− 0.100	—	
435.31	13.980	14.065	− 0.085	—	
436.38	18.430	18.543	− 0.113	—	
437.02	19.010	19.085	− 0.075	—	
437.16	19.450	19.540	− 0.090	—	
			α Aurigae. 1888 October 25. Platte Nr. 18.		
431.91	4.994	5.012	− 0.018	− 0.036	Sehr scharf, aber matt; gut zu messen.
432.12	5.696	5.730	− 0.034	− 0.050	$D = -0^R.039 - 0.0025\,(11^R.8 - 12^R.0)$.
433.74	10.773	10.796	− 0.023	− 0.026	$K.L. = -0^R.019$
Hγ; K.L.	11.816	11.835	− 0.019		$D = -0.038$
434.35	12.694	12.741	− 0.047	− 0.045	$V = 0^R.019$ (Roth).
435.90	17.316	17.358	− 0.042	− 0.028	
436.81	20.014	20.083	− 0.069	− 0.049	

Digitized by Google

W. L.	⊙	*	Δ	Δ,	Bemerkungen
			α Aurigae. 1888 October 28. Platte Nr. 19.		
431.91	$12^R.565$	$12^R.570$	$-0^R.005$	$-0^R.022$	Vorzügliche Aufnahme.
432.12	13.232	13.241	− 0.009	− 0.025	$D = -0^R.025 - 0.0030\,(19^R.4 - 18^R.4)$.
433.74	18.322	18.347	− 0.025	− 0.025	K.L. $= -0^R.023$
Hγ; K.L.	19.387	19.410	− 0.023		D $= -0.028$
434.35	20.231	20.266	− 0.035	− 0.029	V $= 0^R.005$ (Roth).
436.81	27.575	27.625	− 0.050	− 0.022	
			α Aurigae. 1888 November 9. Platte Nr. 30.		
431.91	16.891	16.913	− 0.022	− 0.040	Sehr unscharfe Aufnahme, daher nur sehr unsichere Messung. Geringeres Gewicht.
432.62	19.105	19.143	− 0.038	− 0.051	$D = -0^R.035 - 0.0025\,(23^R.7 - 24^R.2)$.
433.74	22.675	22.664	+ 0.011	+ 0.007	K.L. $= 0^R.000$
Hγ; K.L.	23.700	23.700	0.000		D $= -0.034$
434.46	24.737	24.779	− 0.042	− 0.040	V $= 0^R.034$ (Roth).
436.00	29.374	29.448	− 0.074	− 0.061	
436.81	31.882	31.924	− 0.042	− 0.023	
			α Aurigae. 1888 December 1. Platte Nr. 46.		
430.84	1.021	0.958	+ 0.063	+ 0.056	Sehr unscharfe Aufnahme; gut messbare Linien sind kaum zu finden, sehr unsichere Messung. Gewicht $^2/_3$.
—	4.801	4.806 [1]	− 0.005	− 0.008	1) Linienfreie Stelle.
Hγ; K.L.	11.261	11.143	+ 0.118		$D = +0^R.027 - 0.0009\,(11^R.1 - 8^R.5)$.
—	19.743	19.719 [1]	+ 0.024	+ 0.034	K.L. $= +0^R.118$
					D $= +0.025$
					V $= 0^R.093$ (Roth).
			α Aurigae. 1888 December 13. Platte Nr. 67.		
430.84	13.299	13.210	+ 0.089	+ 0.147	Ausgezeichnetes Sternspectrum, nur ist die künstliche Linie sehr schwach.
431.56	15.585	15.431	+ 0.154	+ 0.199	Directe Messungen ergaben V = 0.116 (Roth).
433.96	23.219	23.058	+ 0.161	+ 0.158	$D = +0^R.176 + 0.0062\,(23^R.2 - 22^R.6)$.
Hγ; K.L.	23.528	23.244	+ 0.284		K.L. $= +0^R.284$
434.46	24.790	24.559	+ 0.231	+ 0.219	D $= +0.180$
435.22	26.982	26.777	+ 0.205	+ 0.179	V $= 0^R.104$ (Roth).
437.16	32.745	32.526	+ 0.219	+ 0.158	
			α Aurigae. 1889 Januar 2. Platte Nr. 79.		
432.62	17.681	17.714	− 0.033	− 0.043	Linien nicht recht scharf.
433.74	21.223	21.287	− 0.064	− 0.069	$D = -0^R.051 - 0.0015\,(22^R.2 - 24^R.7)$.
Hγ; K.L.	22.289	22.196	+ 0.093		K.L. $= +0^R.093$
435.22	25.745	25.792	− 0.047	− 0.045	D $= -0.047$
436.00	28.068	28.114	− 0.046	− 0.041	V $= 0^R.140$ (Roth).
436.81	30.481	30.549	− 0.068	− 0.059	

Digitized by Google

W. L.	⊙	*	Δ	Δ,	Bemerkungen
					α Aurigae. 1889 Februar 5. Platte Nr. 95.
430.84	6ᴿ690	6ᴿ840	— 0ᴿ150	— 0ᴿ107	Sehr gute Aufnahme.
432.12	10.796	10.910	— 0.114	— 0.090	D = — 0ᴿ099 + 0.0047 (16ᴿ8 — 16ᴿ0).
Hγ; K.L.	16.914	16.762	+ 0.152		K.L. = + 0ᴿ152
					D = — 0.095
435.22	20.366	20.443	— 0.077	— 0.098	V = 0ᴿ247 (Roth).
437.02	25.705	25.761	— 0.056	— 0.102	
					α Aurigae. 1889 Februar 5. Platte Nr. 95.
430.84	6.283	6.364	— 0.081	— 0.036	Directe Messungen zwischen *Hγ* und der künstlichen Linie
432.12	10.368	10.445	— 0.077	— 0.052	ergaben im Mittel aus je 6 Einstellungen:
Hγ; K.L.	16.506	16.300	+ 0.206		V = 0ᴿ249 (Roth).
					D = — 0ᴿ042 + 0.0049 (16ᴿ3 — 15ᴿ5).
435.22	19.955	19.966	— 0.011	— 0.033	K.L. = + 0ᴿ206
437.02	25.278	25.275	+ 0.003	— 0.045	D = — 0.038
					V = 0ᴿ244 (Roth).
					α Aurigae. 1889 März 6. Platte Nr. 105.
					Directe Messungen zwischen *Hγ* und der künstlichen Linie, je 6 Einstellungen, die bei dieser Aufnahme recht schwierig sind, gaben den Werth für die Verschiebung: V = 0ᴿ257 (Roth).
					α Aurigae. 1889 September 15. Platte Nr. 154.
431.91	17.314	17.310	+ 0.004	— 0.019	Schlechtes, unscharfes Spectrum. Gew. 2/3.
432.62	19.561	19.546	+ 0.015	— 0.002	D = — 0ᴿ011 — 0.0027 (24ᴿ1 — 25ᴿ8).
Hγ; K.L.	24.100	24.124	— 0.024		K.L. = — 0ᴿ024
					D = — 0.006
437.02	32.889	32.932	— 0.043	— 0.024	V = 0ᴿ018 (Violett).
437.16	33.332	33.353	— 0.011	+ 0.001	
					α Orionis. 1888 December 8. Platte Nr. 61.
431.91	1.371	1.334	+ 0.037	+ 0.059	Spectrum etwas matt.
432.12	2.048	2.032	+ 0.016	+ 0.036	D = + 0ᴿ042 + 0.0031 (8ᴿ1 — 8ᴿ4).
Hγ; K.L.	8.190	8.077	+ 0.113		K.L. = + 0ᴿ113
					D = + 0.041
434.46	9.399	9.378	+ 0.021	+ 0.018	V = 0ᴿ072 (Roth).
435.31	11.919	11.866	+ 0.053	+ 0.042	
437.16	17.399	17.317	+ 0.082	+ 0.054	
					α Orionis. 1888 December 29. Platte Nr. 76.
431.91	19.832	19.884	— 0.052	— 0.033	Spectrum matt.
Hγ; K.L.	26.632	26.557	+ 0.075		D = — 0ᴿ022 + 0.0020 (26ᴿ6 — 29ᴿ2).
					K.L. = + 0ᴿ075
436.00	32.420	32.399	+ 0.021	+ 0.015	D = — 0.027
437.02	35.405	35.440	— 0.035	— 0.047	V = 0ᴿ102 (Roth).

Digitized by Google

W. L.	⊙	*	Δ	Δ,	Bemerkungen
			α Orionis. 1890 Januar 11. Platte Nr. 169.		
431.91	$15^R.750$	$15^R.855$	$-0^R.105$	—	Vorzügliche Aufnahme.
433.31	20.178	20.234	— 0.056	—	Kein Gang.
433.42	20.540	20.618	— 0.078	—	K.L. $= +0^R.062$
Hγ; K.L.	22.555	22.493	+ 0.062		D $= -0.074$
436.00	28.354	28.405	— 0.051	—	V $= 0^R.136$ (Roth).
437.02	31.341	31.432	— 0.091	—	
437.64	33.156	33.219	— 0.063	—	
			α Canis minoris. 1888 December 8. Platte Nr. 62.		
432.12	7.093	6.963	+ 0.130	$+0^R.157$	Messungen schwierig.
433.42	11.206	11.092	+ 0.114	+ 0.129	$D = +0^R.145 + 0.0029\,(13^R.3 - 16^R.2)$.
Hγ; K.L.	13.339	13.339	0.000		K.L. $= 0^R.000$
—	20.790	20.625	+ 0.165	+ 0.152	D $= +0.138$
438.41	26.112	25.939	+ 0.173	+ 0.145	V $= 0^R.138$ (Violett).
			α Canis minoris. 1888 December 29. Platte Nr. 77.		
431.56	16.690	16.723	— 0.033	+ 0.007	Gut ausmessbare Aufnahme.
431.91	17.833	17.857	— 0.024	+ 0.011	$D = +0^R.010 + 0.0045\,(24^R.7 - 25^R.6)$.
432.62	20.095	20.101	— 0.006	+ 0.019	K.L. $= -0^R.088$
Hγ; K.L.	24.630	24.718	— 0.088		D $= +0.006$
435.22	28.089	28.078	+ 0.011	0.000	V $= 0^R.094$ (Violett).
437.02	33.408	33.356	+ 0.052	+ 0.017	
438.41	37.464	37.402	+ 0.062	+ 0.009	
			α Canis minoris. 1891 Februar 5. Platte Nr. 235.		
431.56	10.477	10.575	— 0.098	—	Etwas verwaschen, sonst recht gut zu messen.
432.62	13.892	13.986	— 0.094	—	Kein Gang.
Hγ; K.L.	18.438	18.495	— 0.057		K.L. $= -0^R.057$
437.02	27.216	27.289	— 0.073	—	D $= -0.093$
437.16	27.656	27.761	— 0.105	—	V $= 0^R.036$ (Roth).
			α Canis minoris. 1891 Februar 5. Platte Nr. 235.		
431.56	14.835	14.887	— 0.052	—	Ziemlich gut zu messen.
432.62	18.239	18.287	— 0.048	—	Kein Gang.
Hγ; K.L.	22.771	22.801	— 0.030		K.L. $= -0^R.030$
435.22	26.212	26.277	— 0.065	—	D $= -0.051$
437.02	31.546	31.584	— 0.038	—	V $= 0^R.021$ (Roth).
			β Geminorum. 1889 Januar 5. Platte Nr. 85.		
431.91	9.981	10.075	— 0.094	— 0.050	Sehr scharfe Aufnahme.
432.74	12.606	12.704	— 0.098	— 0.068	$D = -0^R.059 + 0.0053\,(16^R.8 - 18^R.4)$.
Hγ; K.L.	16.786	16.846	— 0.060		K.L. $= -0^R.060$
435.31	20.536	20.584	— 0.048	— 0.060	D $= -0.067$
436.00	22.574	22.615	— 0.041	— 0.063	V $= 0^R.007$ (Roth).
437.16	26.008	26.022	— 0.014	— 0.054	

Digitized by Google

W. L.	⊙	*	Δ	Δ,	Bemerkungen
			β Geminorum. 1889 Februar 3. Platte Nr. 94.		
431.56	0R.012	0R.039	— 0R.027	— 0R.019	Gute Aufnahme.
432.12	1.819	1.835	— 0.016	— 0.010	D = — 0R.013 + 0.0009 (7R.9 — 8R.8).
Hγ; K.L.	7.947	7.926	+ 0.021		K.L. = + 0R.021
435.31	11.698	11.707	— 0.009	— 0.012	D = — 0.014
436.00	13.754	13.746	+ 0.008	+ 0.004	V = 0R.035 (Roth).
437.02	16.740	16.759	— 0.019	— 0.026	
			γ Leonis. 1889 April 3. Platte Nr. 114.		
431.91	17.025	17.064	— 0.039	— 0.022	Gutes Spectrum; unter starker Vergrösserung gemessen.
433.42	21.825	21.847	— 0.022	— 0.015	D = — 0R.019 + 0.0020 (24R.0 — 25R.4).
Hγ; K.L.	23.828	23.952	— 0.124		K.L. = — 0R.124
436.00	29.613	29.619	— 0.006	— 0.014	D = — 0.022
437.16	33.062	33.071	— 0.009	— 0.024	V = 0R.102 (Violett).
			γ Leonis. 1890 April 4. Platte Nr. 187.		
431.91	13.171	13.103	+ 0.068	+ 0.071	Spectrum unscharf.
432.12	13.850	13.776	+ 0.074	+ 0.077	D = + 0R.074 — 0.0004 (20R.0 — 21R.2).
Hγ; K.L.	20.008	20.006	+ 0.002		K.L. = + 0R.002
437.02	28.776	28.693	+ 0.083	+ 0.080	D = + 0.074
437.16	29.217	29.145	+ 0.072	+ 0.069	V = 0R.072 (Violett).
			α Ursae majoris. 1888 November 7. Platte Nr. 26.		
431.91	3.123	3.005	+ 0.118	—	Platte unscharf.
433.74	8.852	8.666	+ 0.186	—	Kein Gang.
Hγ; K.L.	9.939	9.941	— 0.002		K.L. = — 0R.002
437.02	18.701	18.577	+ 0.124	—	D = + 0.152
437.16	19.147	18.969	+ 0.178	—	V = 0R.154 (Violett).
			α Ursae majoris. 1888 November 9. Platte Nr. 31.		
431.91	3.679	3.580	+ 0.099	+ 0.137	Künstliche Linie unscharf.
433.74	9.412	9.269	+ 0.143	+ 0.134	D = + 0R.141 + 0.0048 (10R.5 — 11R.6).
Hγ; K.L.	10.465	10.480	— 0.015		K.L. = — 0R.015
435.31	14.209	14.069	+ 0.140	+ 0.128	D = + 0.136
437.16	19.701	19.518	+ 0.183	+ 0.145	V = 0R.151 (Violett).
			α Ursae majoris. 1889 Mai 4. Platte Nr. 128.		
431.91	11.629	11.699	— 0.070	—	Gute Aufnahme.
433.31	16.034	16.109	— 0.075	—	Kein Gang.
433.42	16.390	16.472	— 0.082	—	K.L. = — 0R.029
Hγ; K.L.	18.425	18.454	— 0.029		D = — 0.074
435.31	22.160	22.242	— 0.082	—	V = 0R.045 (Roth).
437.16	27.651	27.711	— 0.060	—	

Digitized by Google

W. L.	⊙	*	Δ	Δ,	Bemerkungen
			α Ursae majoris. 1889 Mai 22. Platte Nr. 137.		
431.91	$2^R.983$	$3^R.004$	$-0^R.021$	$-0^R.037$	Nicht so gut wie Nr. 128.
433.42	7.735	7.756	— 0.021	— 0.027	D = $-0^R.037 - 0.0020\,(9^R.8 - 10^R.9)$.
Hγ; K.L.	9.796	9.804	— 0.008		K.L. = $-0^R.008$
435.31	13.522	13.586	— 0.064	— 0.059	D = — 0.035
437.16	19.014	19.056	— 0.042	— 0.026	V = $0^R.027$ (Roth).
			α Bootis. 1888 October 5. Platte Nr. 7.		
431.56	19.392	19.457	— 0.065	—	Recht schwierige Messung.
431.91	20.555	20.643	— 0.088	—	Kein Gang.
432.12	21.214	21.257	— 0.043	—	K.L. = $-0^R.106$
Hγ; K.L.	27.358	27.464	— 0.106		D = — 0.067
437.02	36.134	36.205	— 0.071	—	V = $0^R.039$ (Violett).
437.16	36.582	36.651	— 0.069	—	
			α Bootis. 1889 April 4. Platte Nr. 117.		
431.56	8.746	8.835	— 0.089	—	Ausgezeichnete Aufnahme.
433.42	14.684	14.755	— 0.071	—	Kein Gang.
Hγ; K.L.	16.693	16.839	— 0.146		K.L. = $-0^R.146$
435.22	20.153	20.224	— 0.071	—	D = — 0.076
435.90	22.191	22.260	— 0.069	—	V = $0^R.070$ (Violett).
437.02	25.480	25.558	— 0.078	—	
			α Bootis. 1889 April 30. Platte Nr. 123.		
431.56	8.887	8.852	+ 0.035	+ 0.012	Ausgezeichnete Aufnahme.
431.91	10.046	10.020	+ 0.026	+ 0.006	D = $+0^R.011 - 0.00275\,(16^R.8 - 17^R.1)$.
433.42	14.819	14.792	+ 0.027	+ 0.021	K.L. = $+0^R.011$
Hγ; K.L.	16.856	16.845	+ 0.011		D = + 0.012
435.22	20.305	20.314	— 0.009	0.000	V = $0^R.001$ (Violett).
436.67	22.642	22.642	0.000	+ 0.015	
437.16	26.078	26.090	— 0.012	+ 0.013	
			α Bootis. 1889 Mai 17. Platte Nr. 133.		
431.56	8.850	8.893	— 0.043	— 0.065	Vorzügliche Aufnahme; kleine Deformation der künstlichen Linie.
431.91	10.010	10.055	— 0.045	— 0.063	D = $-0^R.067 - 0.0026\,(16^R.9 - 17^R.2)$.
433.42	14.787	14.855	— 0.068	— 0.074	K.L. = $-0^R.040$
Hγ; K.L.	16.811	16.851	— 0.040		D = — 0.066
435.22	20.272	20.344	— 0.072	— 0.064	V = $0^R.026$ (Roth).
436.00	22.610	22.698	— 0.088	— 0.074	
437.16	26.042	26.126	— 0.084	— 0.061	

Digitized by Google

W. L.	⊙	*	Δ	Δ,	Bemerkungen
			α Bootis. 1890 April 15. Platte Nr. 196.		
431.56	$9^R.648$	$9^R.610$	$+ 0^R.038$	—	Sehr gut zu messende Aufnahme.
432.12	11.472	11.442	+ 0.030	—	Kein Gang.
432.83	13.713	13.698	+ 0.015	—	K.L. = $+ 0^R.004$
Hγ; K.L.	17.609	17.605	+ 0.004		D = + 0.023
435.22	21.045	21.029	+ 0.016	—	V = $0^R.019$ (Violett).
435.90	23.104	23.070	+ 0.034	—	
437.02	26.379	26.377	+ 0.002	—	
			α Bootis. 1890 Mai 23. Platte Nr. 206.		
431.91	2.932	2.868	+ 0.064	$+ 0^R.023$	Nicht sehr gute Aufnahme.
432.12	3.609	3.524	+ 0.085	+ 0.048	D = $+ 0^R.035 - 0.0062$ ($9^R.7 - 9^R.5$).
Hγ; K.L.	9.736	9.650	+ 0.086		K.L. = $+ 0^R.086$
435.22	13.192	13.184	+ 0.008	+ 0.031	D = + 0.034
437.02	18.526	18.544	— 0.018	+ 0.038	V = $0^R.052$ (Roth).
			ε Bootis. 1889 Mai 5. Platte Nr. 129.		
432.62	13.065	12.994	+ 0.071	+ 0.052	Ziemlich schwaches Spectrum. Daher schwierig zu messen.
432.83	13.707	13.617	+ 0.090	+ 0.073	D = $+ 0^R.061 - 0.0034$ ($17^R.6 - 18^R.7$).
Hγ; K.L.	17.618	17.601	+ 0.017		K.L. = $+ 0^R.017$
435.31	21.352	21.307	+ 0.045	+ 0.054	D = + 0.065
437.16	26.841	26.805	+ 0.036	+ 0.064	V = $0^R.048$ (Violett).
			ε Bootis. 1889 Mai 21. Platte Nr. 135.		
431.91	0.116	0.111	+ 0.005	+ 0.016	Schwach, nicht leicht zu messen.
433.96	6.598	6.593	+ 0.005	+ 0.008	D = $+ 0^R.013 + 0.0012$ ($6^R.9 - 8^R.9$).
Hγ; K.L.	6.920	6.914	+ 0.006		K.L. = $+ 0^R.006$
436.00	12.708	12.689	+ 0.019	+ 0.014	D = + 0.011
437.16	16.148	16.126	+ 0.022	+ 0.013	V = $0^R.005$ (Violett).
			β Ursae minoris. 1888 November 9. Platte Nr. 29.		
431.91	3.368	3.416	— 0.048	— 0.028	Aufnahme etwas matt, nicht leicht zu messen.
433.74	9.116	9.207	— 0.091	— 0.087	D = $- 0^R.051 + 0.0027$ ($10^R.2 - 10^R.7$).
Hγ; K.L.	10.173	10.186	— 0.013		K.L. = $- 0^R.013$
437.16	19.395	19.410	— 0.015	— 0.038	D = — 0.052
					V = $0^R.039$ (Roth).
			β Ursae minoris. 1889 Mai 3. Platte Nr. 126.		
431.91	3.245	3.337	— 0.092	— 0.129	Gute Aufnahme.
433.31	7.657	7.744	— 0.087	— 0.103	D = $- 0^R.117 - 0.0048$ ($10^R.1 - 11^R.0$).
Hγ; K.L.	10.041	10.059	— 0.018		K.L. = $- 0^R.018$
335.31	13.780	13.905	— 0.125	— 0.111	D = — 0.113
437.02	18.817	18.981	— 0.164	— 0.125	V = $0^R.095$ (Roth).

Digitized by Google

W. L.	⊙	*	Δ	Δ,	Bemerkungen
			β Ursae minoris. 1889 Mai 4. Platte Nr. 127.		
431.91	$3^R.441$	$3^R.500$	$-0^R.059$	—	Gute Aufnahme.
433.31	7.846	7.918	− 0.072	—	Kein Gang.
Hγ; K.L.	10.253	10.221	+ 0.032		K.L. = $+0^R.032$
434.46	11.460	11.538	− 0.078	—	D = $-0^R.066$
437.02	19.040	19.095	− 0.055	—	V = $0^R.098$ (Roth).
			β Ursae minoris. 1889 Juni 2. Platte Nr. 147.		
431.91	2.750	2.816	− 0.066	$-0^R.095$	Gute Aufnahme.
432.12	3.414	3.467	− 0.053	− 0.079	D = $-0^R.092 - 0.0047\,(9^R.6 - 9^R.0)$.
Hγ; K.L.	9.552	9.556	− 0.004		K.L. = $-0^R.004$
434.46	10.778	10.893	− 0.115	− 0.106	D = $-0^R.095$
437.16	18.789	18.920	− 0.131	− 0.084	V = $0^R.091$ (Roth).
			β Herculis. 1889 Juni 7. Platte Nr. 150.		
431.91	2.629	2.585	+ 0.044	− 0.002	Vorzügliches Spectrum.
432.12	3.284	3.260	+ 0.024	− 0.018	D = $-0^R.011 - 0.0058\,(9^R.5 - 10^R.5)$.
432.62	4.871	4.851	+ 0.020	− 0.013	K.L. = $-0^R.138$
Hγ; K.L.	9.411	9.549	− 0.138		D = $-0^R.005$
436.00	15.192	15.234	− 0.042	− 0.015	V = $0^R.133$ (Violett).
437.02	18.194	18.245	− 0.051	− 0.006	
437.16	18.628	18.688	− 0.060	− 0.012	
			β Herculis. 1889 Juni 25. Platte Nr. 152.		
431.91	1.549	1.412	+ 0.137	+ 0.105	Nicht sehr scharf.
432.12	2.208	2.104	+ 0.104	+ 0.074	D = $+0^R.090 - 0.0040\,(8^R.4 - 9^R.5)$.
Hγ; K.L.	8.346	8.361	− 0.015		K.L. = $-0^R.015$
437.02	17.134	17.076	+ 0.058	+ 0.088	D = $+0^R.094$
437.16	17.562	17.503	+ 0.059	+ 0.091	V = $0^R.109$ (Violett).
			γ Cygni. 1888 November 12. Platte Nr. 39.		
430.84	1.093	1.121	− 0.028	—	Sehr matte und verwaschene Aufnahme.
431.34	2.704	2.735	− 0.031	—	Kein Gang.
Hγ; K.L.	11.316	11.295	+ 0.021		K.L. = $+0^R.021$
435.90	16.789	16.841	− 0.052	—	D = $-0^R.033$
436.81	19.503	19.523	− 0.020	—	V = $0^R.054$ (Roth).
			γ Cygni. 1888 December 28. Platte Nr. 73.		
430.84	10.062	10.029	+ 0.033	+ 0.043	Aeusserst matt, aber scharf.
432.12	14.155	14.118	+ 0.037	+ 0.043	D = $+0^R.042 + 0.0010\,(20^R.2 - 19^R.8)$.
Hγ; K.L.	20.286	20.235	+ 0.051		K.L. = $+0^R.051$
435.90	25.752	25.705	+ 0.047	+ 0.041	D = $+0^R.042$
436.17	29.497	29.443	+ 0.054	+ 0.044	V = $0^R.009$ (Roth).

Digitized by Google

W. L.	⊙	*	Δ	Δ,	Bemerkungen
			α Cygni. 1888 October 14. Platte Nr. 11.		
429.46	11R.959	11R.897	+ 0R.062	+ 0R.078	Einstellung auf die Sternlinien schwierig.
430.84	16.452	16.414	+ 0.038	+ 0.044	D = + 0R.063 + 0.0021 (26R.6 — 19R.4).
Hγ; K.L.	26.673	26.598	+ 0.075		K.L. = + 0R.075
					D = + 0.078
435.22	30.137	30.047	+ 0.090	+ 0.068	V = 0R.003 (Roth).
			α Cygni. 1888 November 11. Platte Nr. 36.		
429.46	18.449	18.507	— 0.058	— 0.023	Künstliche Linie sehr verwaschen und matt; daher schwierige Einstellung.
430.84	22.935	22.963	— 0.028	— 0.005	D = — 0R.018 + 0.00265 (33R.2 — 31R.8).
Hγ; K.L.	33.177	33.195	— 0.018		K.L. = — 0R.018
					D = — 0.014
435.22	36.629	36.648	— 0.019	— 0.032	V = 0R.004 (Violett).
439.55	49.283	49.248	+ 0.035	— 0.011	
			α Cygni. 1888 November 13. Platte Nr. 41.		
429.46	18.895	19.017	— 0.122	— 0.063	Künstliche Linie unscharf und einseitig verbreitert.
430.84	23.368	23.438	— 0.070	— 0.030	D = — 0R.047 + 0.00445 (33R.6 — 32R.3).
Hγ; K.L.	33.629	33.635	— 0.006		K.L. = — 0R.006
					D = — 0.041
435.22	37.069	37.088	— 0.019	— 0.040	V = 0R.035 (Roth).
439.55	49.740	49.715	+ 0.025	— 0.052	
			α Cygni. 1889 Juni 6. Platte Nr. 149.		
429.46	14.669	14.553	+ 0.116	+ 0.033	Vorzügliche Aufnahme.
430.84	19.130	19.054	+ 0.076	+ 0.021	D = + 0R.029 — 0.0062 (29R.5 — 28R.0).
Hγ; K.L.	29.378	29.453	— 0.075		K.L. = — 0R.075
					D = + 0.020
435.22	32.835	32.828	+ 0.007	+ 0.037	V = 0R.095 (Violett).
439.55	45.490	45.573	— 0.083	+ 0.026	
			ε Pegasi. 1888 October 5. Platte Nr. 8.		
431.91	17.236	17.314	— 0.078	— 0.072	Ziemlich gute Platte.
432.12	17.918	17.959	— 0.041	— 0.036	D = — 0R.055 + 0.0007 (24R.0 — 25R.4).
Hγ; K.L.	24.037	23.997	+ 0.040		K.L. = + 0R.040
					D = — 0.056
437.02	32.819	32.868	— 0.049	— 0.054	V = 0R.096 (Roth).
437.16	33.270	33.320	— 0.050	— 0.056	
			ε Pegasi. 1888 November 10. Platte Nr. 32.		
431.91	10.718	10.768	— 0.050	— 0.003	Sehr schwierige Messung.
Hγ; K.L.	17.520	17.347	+ 0.173		D = + 0R.002 + 0.0047 (17R.3 — 20R.7).
					K.L. = + 0R.173
434.46	18.760	18.752	+ 0.008	+ 0.017	D = — 0.014
437.02	26.313	26.338	— 0.025	— 0.051	V = 0R.187 (Roth).
437.16	26.748	26.672	+ 0.076	+ 0.048	

Digitized by Google

II. Messungen nach der zweiten Methode.

Bei diesen Messungen erfolgte die Einstellung des deckenden Streifens auf die Mitte der breiten Sternlinie sowie die Einstellung des Mikrometerfadens auf die künstliche Wasserstofflinie je viermal, wobei das Spectrogramm so unter das Mikroskop gelegt wurde, dass Roth rechts erschien, im Sinne wachsender Schraubenablesungen. Jede derartige Messungsreihe wurde in der Regel sowohl mit schwacher, als auch mit starker Vergrösserung ausgeführt; an einem anderen Tage fand eine Wiederholung derselben Messungen statt.

In Columne 4 der folgenden Tabelle sind die zwei über einander stehenden Werthe Mittelwerthe, erhalten aus den Beobachtungen eines Tages bei schwacher sowie bei starker Vergrösserung; Abweichungen von dieser Anordnung sind in der Columne »Bemerkungen« erwähnt. Columne 5 giebt das Mittel aus den Werthen der Columne 4. An die in den Columnen 4 und 5 in Schraubenumdrehungen gegebene Grösse der Verschiebung ist die Correction wegen Temperatur (Seite 33) noch nicht angebracht. — Der Übersichtlichkeit halber sind Vorzeichen eingeführt worden, und zwar bedeutet ein $\left\{\begin{matrix}\text{positives}\\\text{negatives}\end{matrix}\right\}$ Vorzeichen eine Verschiebung des Sternspectrums gegen das Vergleichsspectrum nach $\left\{\begin{matrix}\text{Roth}\\\text{Violett}\end{matrix}\right\}$, entsprechend einer $\left\{\begin{matrix}\text{Entfernung}\\\text{Annäherung}\end{matrix}\right\}$ des Sterns in Beziehung zur Erde.

Beobachter: Vogel.

Stern	Datum	Platten-Nr.	Verschiebung	Mittel	Bemerkungen
α Andromedae	1888 Sept. 28	4	— 0.″049	— 0.″060	Aufnahme fast etwas zu kräftig, besonders die künstliche Linie sehr breit und dunkel. Unsicherheit der Messung sehr gross.
			— 0.070		
			+ 0.014	— 0.004	
			— 0.021		
			— 0.023	+ 0.003	
			+ 0.028		
α Andromedae	1888 Dec. 7	57	— 0.017	— 0.037	Spectrum schwach und breit; künstliche Linie matt. Die Platte zeigt dicht an der künstlichen Linie nach Violett eine streifige Anordnung der Silbertheilchen im Spectrum, was die jedenfalls irrige Auffassung, eine Verschiebung nach Violett liege vor, verursacht. Messungen deshalb ausgeschlossen.
			— 0.056		
			— 0.033	— 0.034	
			— 0.035		
α Andromedae	1891 Febr. 13	238	+ 0.132	+ 0.112	Gute Photographie.
			+ 0.092		
			+ 0.090	+ 0.102	
			+ 0.114		

Digitized by Google

Stern	Datum	Platten-Nr.	Verschiebung	Mittel	Bemerkungen
β Cassiopejae	1889 Jan. 13	91	+ 0^{R}.067	+ 0^{R}.067	Sehr matte Aufnahme; *Hγ*-Linie im Stern sehr breit. Nur bei schwach. Vergrösserung gemessen.
β Cassiopejae	1889 Jan. 14	92	+ 0.148	+ 0.148	Platte etwas besser als die vorige, aber immer noch äusserst schwierig und nur bei ganz schwacher Vergrösserung messbar.
γ Cassiopejae	1888 Oct. 6	9	— 0.046	— 0.040	*Hγ* im Sternspectrum hell, giebt sich durch eine knotenartige Verbreiterung kund. Gut messbare Aufnahme.
			— 0.034		
			— 0.022	— 0.034	
			— 0.046		
γ Cassiopejae	1889 Jan. 9	89	+ 0.149	+ 0.133	Ein kleiner Fehler in der Platte (lichte Stelle) in der Nähe der *Hγ*-Linie erschwert die Messungen.
			+ 0.116		
			+ 0.126	+ 0.128	
			+ 0.130		
			+ 0.063	+ 0.058	
			+ 0.053		
γ Orionis	1888 Dec. 7	59	+ 0.043	+ 0.035	Aufnahme gut; *Hγ*-Linie im Stern etwas schwach.
			+ 0.026		
			+ 0.080	+ 0.086	
			+ 0.092		
			+ 0.027	+ 0.033	
			+ 0.039		
γ Orionis	1888 Dec. 26	72	+ 0.125	+ 0.125	Zu schwach zu einer einigermassen sicheren Beobachtung. Messungen ausgeschlossen.
γ Orionis	1891 Febr. 1	230	+ 0.179	+ 0.160	Bei stärkerer Vergrösserung besser aufzufassen und zu beobachten als bei schwächerer.
			+ 0.140		
			+ 0.132	+ 0.136	
			+ 0.139		
γ Orionis	1891 Febr. 4	232	+ 0.153	+ 0.152	Gute Aufnahme, sicher zu messen.
			+ 0.151		
			+ 0.195	+ 0.169	
			+ 0.142		
β Tauri	1888 Dec. 4	51	+ 0.032	+ 0.032	Sehr breites Spectrum und infolge dessen sehr schwach, schwer zu messen. Gewicht $^2/_3$.
			+ 0.030	+ 0.030	
β Tauri	1888 Dec. 7	58	+ 0.050	+ 0.016	Gute Aufnahme.
			— 0.018		
			+ 0.053	+ 0.047	
			+ 0.041		
β Tauri	1891 Febr. 5	234	+ 0.116	+ 0.127	Sehr gute Aufnahme, eher etwas zu kräftig. Bei starker Vergrösserung besser zu messen als bei schwacher.
			+ 0.137		
			+ 0.121	+ 0.124	
			+ 0.127		
			+ 0.136	+ 0.140	
			+ 0.143		

Digitized by Google

Stern	Datum	Platten-Nr.	Verschiebung	Mittel	Bemerkungen
δ Orionis	1888 Dec. 10	64	— 0ˢ.047	— 0ˢ.042	Unsichere Messung; *Hγ*-Linie im Sternspectrum breit und verwaschen.
			— 0.037		
			— 0.031	— 0.030	
			— 0.029		
δ Orionis	1889 Jan. 5	84	+ 0.097	+ 0.086	Schwer zu messen wegen der breiten und verwaschenen *Hγ*-Linie im Sternspectrum. Bei schwacher Vergrösserung besser zu messen als bei starker. Gewicht 1/3.
			+ 0.075		
			+ 0.074	+ 0.076	
			+ 0.077		
δ Orionis	1891 Febr. 26	239	+ 0.144	+ 0.136	Gut und sicher zu messen.
			+ 0.128		
			+ 0.105	+ 0.108	
			+ 0.111		
δ Orionis	1891 Febr. 27	240	+ 0.103	+ 0.113	Recht gut zu messende Platte.
			+ 0.122		
			+ 0.130	+ 0.130	6 Messungen bei mittelstarker Vergrösserung.
ε Orionis	1888 Oct. 24	16	+ 0.058	+ 0.035	Gute Aufnahme; *Hγ*-Linie im Stern nicht leicht aufzufassen.
			+ 0.011		
			+ 0.047	+ 0.042	
			+ 0.036		
ε Orionis	1889 Jan. 4	82	+ 0.136	+ 0.137	Sehr gute Platte.
			+ 0.138		
			+ 0.169	+ 0.169	
			+ 0.169		
ε Orionis	1889 März 6	103	+ 0.198	+ 0.223	Schwer zu messen.
			+ 0.248		
			+ 0.279	+ 0.274	*Hγ* sehr breit, mit symmetrisch gestellter Linie gemessen.
			+ 0.269		
			+ 0.228	+ 0.228	Nur mit starker Vergrösserung gemessen. Gewicht 2/3.
			+ 0.236	+ 0.238	Mit symmetrisch gestellter Linie sicher zu messen.
			+ 0.239		
ζ Orionis	1889 Dec. 28	74	+ 0.106	+ 0.099	Gute Aufnahme; die *Hγ*-Linie im Stern ist sehr schwach ausgeprägt. Messung recht sicher.
			+ 0.091		
			+ 0.103	+ 0.098	
			+ 0.092		
ζ Orionis	1889 Jan. 4	83	+ 0.145	+ 0.158	Gute Aufnahme.
			+ 0.170		
			+ 0.145	+ 0.125	
			+ 0.105		
			+ 0.099	+ 0.086	
			+ 0.073		

Digitized by Google

Stern	Datum	Platten-Nr.	Verschiebung	Mittel	Bemerkungen
β Aurigae	1888 Nov. 14	44	— 0ᴿ.168 — 0.244	— 0ᴿ.206	*Hγ*-Linie im Sternspectrum sehr breit. Spectrum breit gehalten und infolge dessen recht schwach; künstliche Linie breit und wegen Schwäche kaum zu messen. Gewicht 1/3.
β Aurigae	1889 Jan. 3	81	— 0.085 — 0.120	— 0.103	Künstliche Linie recht schwer aufzufassen. Bei starker Vergrösserung besser zu messen als bei schwacher.
			— 0.087 — 0.099	— 0.093	
β Aurigae	1890 Nov. 22	222	— 0.177 — 0.211	— 0.194	Aufnahme sehr gut; *Hγ*-Linie breit und schwer aufzufassen.
			— 0.150 — 0.187	— 0.169	Recht gut zu messen; die Auffassung machte nicht, wie am ersten Messungstage, Schwierigkeiten.
β Aurigae	1890 Nov. 25	224	— 0.133 — 0.113	— 0.123	Ausgezeichnete Aufnahme. Sicher zu messen.
			— 0.131 — 0.165	— 0.148	
β Aurigae	1890 Nov. 26	227	— 0.154 — 0.159	— 0.157	Infolge grosser Kälte sind die Linien etwas verwaschen; auch die künstliche Linie erscheint einseitig verwaschen. Gewicht 1/3.
β Aurigae	1890 Dec. 14	228	— 0.180 — 0.183	— 0.182	Unter ungünstigen Umständen gemachte, etwas matte Aufnahme. Nur an einem Tage gemessen. Gewicht 1/3.
β Aurigae	1890 Dec. 21	229	— 0.089 — 0.106	— 0.098	Luftzustand nicht günstig, Photographie aber doch noch zum Messen der Bewegung geeignet.
			— 0.153 — 0.085	— 0.119	
γ Geminorum	1888 Dec. 14	70	— 0.116	— 0.116	Sehr matte Aufnahme, *Hγ*-Linie sehr breit. Platte nur mit schwacher Vergr. auszumessen. Gew. 2/3.
γ Geminorum	1889 Jan. 6	87	— 0.069 — 0.049	— 0.069 — 0.049	Nur mit schwacher Vergrösserung gut zu messen.
γ Geminorum	1890 April 5	190	+ 0.040 + 0.056	+ 0.048	Ziemlich gute Aufnahme.
γ Geminorum	1891 Febr. 7	236	+ 0.024 + 0.032	+ 0.028	Ausgezeichnet zum Messen geeignet.
			+ 0.039 + 0.019	+ 0.029	
α Canis majoris	1888 Dec. 1	48	— 0.112 — 0.114	— 0.113	Recht schöne Aufnahme. Spectrum breit, ungleich intensiv (längsstreifig), aber trotzdem sehr sicher zu messen. Diese Platte ist auch nach der ersten Methode gemessen.
α Canis majoris	1888 Dec. 13	68	— 0.091 — 0.111	— 0.101	Sehr schöne Aufnahme. Künstliche Linie etwas matt. Das zweite Mal nur bei schwacher Vergrösserung gemessen (Mittel aus 6 Messungen).
			— 0.092	— 0.092	
α Canis majoris	1889 Febr. 10	100	+ 0.004	+ 0.004	Etwas matt, aber mit schwacher Vergrösserung leidlich gut zu messen (Mittel aus 5 Messungen).

Digitized by Google

Stern	Datum	Platten-Nr.	Verschiebung	Mittel	Bemerkungen
α Canis majoris	1890 Jan. 29	173	— $0^{R}.041$ — 0.037	— $0^{R}.039$	Kräftiges Spectrum, vielleicht etwas überexponirt, nicht leicht zu messen. Bei stärkerer Vergrösserung bereitet die Messung keine Schwierigkeit.
α Canis majoris	1890 Jan. 29	174	— 0.041 — 0.033 — 0.024	— 0.041 — 0.029	Mit sehr engem Spalt aufgenommen. Die künstliche Linie ist sehr schwach und sehr schwer aufzufassen. Das erste Mal bei mittelstarker Vergrösserung gemessen, das zweite Mal zwei Messungsreihen (Mittel aus 6 Beob.) bei ganz schwacher Vergrösserung ausgeführt. Gewicht der ersten Messungen $^1/_2$.
α Canis majoris	1890 Febr. 12	178	+ 0.006 — 0.004	+ 0.006 — 0.004	Ausgezeichnete Aufnahme. Je 6 Messungen bei mittelstarker Vergrösserung ausgeführt.
α Canis majoris	1891 Febr. 7	237	+ 0.007 — 0.005 — 0.010 + 0.007	+ 0.001 — 0.002	Sehr gute Aufnahme. Beim Anblick mit der Lupe scheint die Coincidenz der künstlichen Linie mit der *Hγ*-Linie im Stern fast ganz genau, vielleicht eine Spur Verschiebung nach Violett.
α Canis majoris	1891 März 21	246	+ 0.030 + 0.035 + 0.036 + 0.035	+ 0.033 + 0.036	Ausgezeichnete Aufnahme. Messungen sehr sicher.
α Canis majoris	1891 März 21	247	+ 0.032 + 0.028	+ 0.030	Nicht leicht zu messen. Da die Expositionsdauer nur 10^{m} bis 15^{m} betrug, ist das Sternspectrum schwach, und die Intensität reicht nur eben hin, eine Messung auszuführen. Der zuerst angegebene Werth (schwache Vergr.) ist das Mittel aus 8 Messungen.
α Canis majoris	1891 März 22	248	+ 0.044 + 0.025	+ 0.044 + 0.025	Spectrum breit und nicht gleichmässig; infolge dessen nicht leicht zu messen. Beide Male nur bei schwacher Vergrösserung gemessen, da die Aufnahme etwas matt ist.
α Geminorum	1888 Dec. 22	71	—	—	Sehr matte Aufnahme, zu schwach zum Messen. Bewegung nach Violett $0^{R}.1$ bis $0^{R}.15$.
α Geminorum	1889 März 22	108	—	—	Zu schwach zur Messung. Bewegung nahe = 0.
α Geminorum	1889 April 19	118	—	—	Sehr schwach, nicht zu messen. Bewegung = 0 oder wenig nach Roth.
α Leonis	1889 März 9	106	+ 0.044 — 0.017 + 0.021 + 0.007 + 0.030 + 0.023	+ 0.014 + 0.014 + 0.027	Gute Aufnahme.
α Leonis	1889 April 4	115	+ 0.048 + 0.030 + 0.039 + 0.043	+ 0.039 + 0.041	Gute, sehr kräftige Photographie.
β Ursae majoris	1889 Mai 23	138	— 0.059 — 0.056 — 0.056 — 0.058	— 0.058 — 0.057	Sehr gute Aufnahme. *Hγ* im Sternspectrum ist sehr breit, und deshalb sind die Messungen nicht leicht.

Digitized by Google

Stern	Datum	Platten-Nr.	Verschiebung	Mittel	Bemerkungen
β *Ursae majoris*	1889 Mai 25	142	— 0^R.048	— 0^R.042	Gute Aufnahme. Die $H\gamma$-Linie im Sternspectrum ist aber sehr breit und die Auffassung schwer.
			— 0.036		
			— 0.047	— 0.045	
			— 0.043		
δ *Leonis*	1889 April 29	120	+ 0.054	+ 0.039	Sehr gute Aufnahme; $H\gamma$-Linie sehr breit, trotzdem aber sicher zu messen.
			+ 0.024		
			+ 0.049	+ 0.043	
			+ 0.037		
δ *Leonis*	1890 April 1	186	+ 0.062	+ 0.045	Nicht so gut wie die vorige Aufnahme (Nr. 120). $H\gamma$-Linie verwaschen und nicht ganz leicht aufzufassen.
			+ 0.027		
			— 0.049	— 0.031	
			— 0.012		
δ *Leonis*	1890 April 4	188	— 0.016	— 0.018	$H\gamma$ breit. Spectrum etwas verwaschen und nicht leicht auszumessen. Gewicht $^2/_3$.
			— 0.019		
			— 0.024	— 0.022	
			— 0.020		
β *Leonis*	1889 April 2	111	— 0.013	— 0.042	Künstliche $H\gamma$-Linie sehr matt. Gewicht $^2/_3$.
			— 0.071		
			— 0.027	— 0.032	
			— 0.036		
β *Leonis*	1889 April 4	116	+ 0.038	+ 0.022	Gute Photographie. Künstliche Linie kräftig.
			+ 0.005		
			— 0.019	— 0.020	
			— 0.021		
β *Leonis*	1890 April 9	191	+ 0.006	— 0.005	Gute Platte; sicher zu messen.
			— 0.016		
			+ 0.022	— 0.003	
			— 0.028		
γ *Ursae majoris*	1889 Mai 24	140	— 0.029	— 0.048	$H\gamma$-Linie sehr breit; Spectrum matt, sehr schwer zu messen. Bei starker Vergrösserung etwas leichter aufzufassen.
			— 0.067		
			— 0.035	— 0.029	
			— 0.022		
γ *Ursae majoris*	1889 Juni 1	146	— 0.063	— 0.064	$H\gamma$-Linie im Stern zwar sehr breit, doch ist mit voller Sicherheit die Verschiebung nach Violett zu erkennen. Viel besser als Platte 140 zu messen.
			— 0.064		
			— 0.060	— 0.059	
			— 0.057		
ε *Ursae majoris*	1888 Nov. 7	27	—	—	Spectrum zu schwach zur Messung.
ε *Ursae majoris*	1889 Mai 23	139	— 0.106	— 0.104	Sehr gute Aufnahme, aber die $H\gamma$-Linie im Stern ist nicht leicht aufzufassen; ein Ansatz an der künstlichen Linie stört etwas.
			— 0.101		
			— 0.071	— 0.055	
			— 0.038		

Digitized by Google

Stern	Datum	Platten-Nr.	Verschiebung	Mittel	Bemerkungen
ε *Ursae majoris*	1889 Mai 24	141	— 0ᴿ.089	— 0ᴿ.080	Gute Aufnahme. Nicht leicht zu messen, da *Hγ* im Stern sehr breit ist.
			— 0.070		
			— 0.089	— 0.086	
			— 0.083		
ζ *Ursae majoris*	1889 Mai 25	143	— 0.073	— 0.073	Gute Aufnahme. Das erste Mal nur bei mittelstarker Vergr. gemessen. (5 Beob.) Messung sicher.
			— 0.114	— 0.114	
			— 0.113		
ζ *Ursae majoris*	1890 März 13	181	— 0.197	— 0.197	Sehr gute Aufnahme. Das erste Mal nur bei mittelstarker Vergrösserung gemessen (5 Beob.).
			— 0.139	— 0.173	
			— 0.207		
ζ *Ursae majoris*	1890 März 15	182	— 0.142	— 0.144	Scheinbar sehr gute Aufnahme, die *Hγ*-Linie ist aber sehr schwer aufzufassen; sie erscheint auffallend schmal, wahrscheinlich infolge einer unrichtigen Silberablagerung in der Nähe der *Hγ*-Linie.
			— 0.146		
			— 0.065	— 0.058	
			— 0.050		
ζ *Ursae majoris*	1890 März 29	184	— 0.156	— 0.156	Gute Aufnahme. Das erste Mal nur bei mittelstarker Vergrösserung gemessen (5 Beob.).
			— 0.161	— 0.152	
			— 0.143		
ζ *Ursae majoris*	1890 Juli 9	214	— 0.104	— 0.104	Aufnahme gut. Messung recht sicher.
			— 0.107	— 0.088	
			— 0.068		
ζ *Ursae majoris*	1890 Juli 13	215	— 0.120	— 0.115	Nicht leicht aufzufassen, obgleich die Aufnahme gut ist. Künstliche Linie etwas matt. Das erste Mal auch noch bei mittelstarker Vergrösserung gemessen.
			— 0.156		
			— 0.070		
			— 0.087	— 0.080	
			— 0.073		
ζ *Ursae majoris*	1890 Juli 14	216	— 0.078	— 0.078	Gute Aufnahme, künstliche Linie etwas schwach. Das erste Mal nur bei mittelstarker Vergrösserung gemessen.
			— 0.080	— 0.107	
			— 0.134		
ζ *Ursae majoris*	1890 Sept. 5	217	— 0.100	— 0.100	Gute Aufnahme; das erste Mal nur bei mittelstarker Vergrösserung gemessen.
			— 0.110	— 0.097	
			— 0.083		
			— 0.099	— 0.104	
			— 0.109		
ζ *Ursae majoris*	1890 Sept. 8	218	— 0.151	— 0.151	Gute Aufnahme.
			— 0.089	— 0.103	Ist 1891 nochmals gemessen worden, da die Messungen von Dr. Scheiner eine stark abweichende Auffassung zeigen. Bei starker Vergrösserung sieht man in der breiten *Hγ*-Linie des Sternspectrums eine sternartige Silberablagerung an der nach der brechbareren Seite gelegenen Begrenzung der *Hγ*-Linie, die eine Auffassung hervorbringen kann, als wenn die Verschiebung nach Violett viel geringer wäre.
			— 0.116		
			— 0.146	— 0.135	
			— 0.123		

Digitized by Google

Stern	Datum	Platten-Nr.	Verschiebung	Mittel	Bemerkungen
η Ursae majoris	1889 Mai 31	145	— 0^{R}113	— 0^{R}089	Sehr gute Aufnahme. Die angeführten Werthe sind Mittel aus 7 Messungen. *Hγ*-Linie wenig ausgeprägt.
			— 0.065		
			— 0.067	— 0.074	
			— 0.081		
η Ursae majoris	1890 April 1	185	— 0.053	— 0.068	Sehr gute Platte; künstliche Linie kräftig, aber trotzdem im Sternspectrum etwas ausgebogen.
			— 0.083		
			— 0.122	— 0.110	
			— 0.097		
β Librae	1889 Mai 5	130	— 0.053	— 0.053	Ganz unsichere Messung; das Spectrum ist zu matt.
β Librae	1889 Mai 13	131	—	—	Zu schwach zur Messung.
α Coronae	1889 Mai 17	134	—	—	Aufnahme scheinbar recht gut, die *Hγ*-Linie im Stern ist aber ungewöhnlich breit, und bei starker Vergrösserung ist eine deutliche Unterbrechung des Spectrums zu erkennen, die von der künstlichen Linie aus nach der brechbareren Seite zu gelegen ist, so dass durch diesen Fehler in der Platte der Eindruck einer sehr starken Verschiebung nach Violett hervorgebracht wird. Die vielen, zu verschiedenen Zeiten angestellten Messungen von mir und Dr. Scheiner an dieser Platte gaben ganz widersprechende Resultate.
α Coronae	1889 Mai 22	136	+ 0.163	+ 0.167	Auf dieser Platte ist das Magnesiumspectrum mit aufcopirt, infolge dessen ist die Messung und richtige Auffassung der *Hγ*-Linie im Stern sehr erschwert. Gewicht 1/3.
			+ 0.171		
			+ 0.098	+ 0.104	
			+ 0.109		
α Coronae	1891 Febr. 27	241	+ 0.055	+ 0.057	Gute Aufnahme. Künstliche *Hγ*-Linie etwas breit.
			+ 0.058		
			+ 0.106	+ 0.097	
			+ 0.088		
α Coronae	1891 Febr. 28	242	+ 0.044	+ 0.044	In der Nähe der *Hγ*-Linie sind Streifen, die das Spectrum schräg durchsetzen. Auffassung hierdurch erschwert. Nur Messungen bei schwacher Vergrösserung ausgeführt.
			+ 0.056	+ 0.059	Der Fehler der Platte ist durch nochmaliges Abwaschen und Behandeln mit Alaun gänzlich beseitigt. Verschiebung gut und sicher zu messen. Gewicht 2 gegen die vorige Beobachtung.
			+ 0.061		
α Coronae	1891 März 16	243	+ 0.103	+ 0.091	Sehr gute Aufnahme.
			+ 0.079		
			+ 0.086	+ 0.085	
			+ 0.084		
α Coronae	1891 März 17	245	+ 0.073	+ 0.063	Gute Aufnahme. Die ersten Beobachtungen sind Mittelwerthe aus je 8 Distanzmessungen.
			+ 0.053		
			+ 0.078	+ 0.072	
			+ 0.065		

Digitized by Google

Stern	Datum	Platten-Nr.	Verschiebung	Mittel	Bemerkungen
α Coronae	1891 April 24	249	+ 0.″088	+ 0.″092	Gute Aufnahme.
			+ 0.096		
			+ 0.118	+ 0.109	
			+ 0.099		
α Ophiuchi	1888 Sept. 30	5	+ 0.247	+ 0.228	Nicht leicht zu messen, da die *Hγ*-Linie breit und verwaschen ist.
			+ 0.208		
			+ 0.210	+ 0.188	
			+ 0.165		
			+ 0.173	+ 0.188	
			+ 0.202		
α Ophiuchi	1889 Juni 7	151	+ 0.082	+ 0.063	Ziemlich sicher zu messen; *Hγ* im Sternspectrum sehr breit.
			+ 0.043		
			+ 0.089	+ 0.076	
			+ 0.062		
α Lyrae	1888 Sept. 28	3	— 0.024	— 0.019	Gute Aufnahme. Bei der zweiten Messung sind 8 Beobachtungen mit schwacher Vergrösserung gemacht; dem Mittel ist das Gewicht 2 zu geben.
			— 0.013		
			— 0.027	— 0.016	
			— 0.004		
α Lyrae	1888 Nov. 11	35	+ 0.006	— 0.013	Schwer zu messen. Spectrum zu breit, künstliche Linie matt und etwas verwaschen nach Violett. Die Messungen sind auf die intensivste Stelle der künstlichen Linie bezogen.
			— 0.031		
			— 0.021	— 0.025	
			— 0.028		
α Lyrae	1888 Nov. 13	40	— 0.009	— 0.009	Nur mit schwacher Vergrösserung zu messen. Spectrum sehr breit.
			— 0.012	— 0.012	Die Mitte der *Hγ*-Linie wird genau gedeckt von der Mitte der künstlichen *Hγ*-Linie, diese ist aber etwas verwaschen nach Violett. Auf die dunkelste Stelle der künstlichen Linie bezogen, ergiebt sich als Verschiebung der angeführte Werth. Gewicht $^1/_2$.
α Lyrae	1889 Mai 31	144	— 0.063	— 0.066	Vorzügliche Aufnahme. Künstliche Linie da, wo sie das Sternspectrum durchsetzt, etwas ausgebogen nach Roth.
			— 0.069		
			— 0.079	— 0.080	
			— 0.081		
			— 0.075	— 0.094	
			— 0.113		
α Lyrae	1889 Juni 6	148	— 0.068	— 0.065	Sehr gute Aufnahme. Künstliche Linie wie bei der vorigen Platte auch etwas nach Roth hin ausgebogen.
			— 0.061		
			— 0.071	— 0.079	
			— 0.086		
α Lyrae	1889 Sept. 15	155	+ 0.004	+ 0.004	Künstliche *Hγ*-Linie sehr schwach und deshalb sehr schwer aufzufassen. Beide Male nur mit schwacher Vergrösserung gemessen. Der zweiten Beobachtung ist die Bemerkung beigefügt: entschieden etwas nach Violett verschoben. Gew. $^1/_2$.
			— 0.030	— 0.030	

Digitized by Google

Stern	Datum	Platten-Nr.	Verschiebung	Mittel	Bemerkungen
α Lyrae	1889 Nov. 24	159	— 0R.023	— 0R.023	Keine besonders gute Aufnahme; beide Male nur mit schwacher Vergrösserung gemessen. Gew. 1/2.
			— 0.037	— 0.037	
α Lyrae	1890 Nov. 25	223	— 0.050	— 0.054	Ausgezeichnete Aufnahme, recht gut zu messen.
			— 0.058		
			— 0.037	— 0.041	
			— 0.045		
α Lyrae	1890 Nov. 26	226	— 0.052	— 0.052	Infolge der niedrigen Temperatur sind Sternspectrum und künstliche Linie etwas verwaschen. Die Messungen sind auf die dunkelste Stelle der künstlichen Linie bezogen. Gewicht 1/4.
α Aquilae	1888 Sept. 27	2	— 0.082	— 0.082	Sehr gute Aufnahme.
			— 0.082		
			— 0.073	— 0.066	
			— 0.058		
α Aquilae	1888 Oct. 31	21	— 0.069	— 0.077	Spectrum breit, Messung nicht leicht.
			— 0.084		
			— 0.066	— 0.060	
			— 0.054		
α Aquilae	1888 Nov. 5	22	— 0.061	— 0.079	Spectrum breit, künstliche Linie etwas verwaschen. Mit schwacher Vergrösserung besser zu messen als mit starker.
			— 0.096		
			— 0.050	— 0.060	
			— 0.069		
α Pegasi	1888 Oct. 1	6	+ 0.101	+ 0.072	Gute Aufnahme; die $H\gamma$-Linie ist sehr breit, wodurch die Auffassung sehr erschwert wird.
			+ 0.043		
			+ 0.004	+ 0.002	
			0.000		
			+ 0.023	+ 0.026	
			+ 0.029		
α Pegasi	1888 Nov. 12	37	+ 0.131	+ 0.031	Spectrum breit und so schwach, dass keine sichere Messung möglich ist. Die Messungen an beiden Tagen sind nur mit schwacher Vergrösserung ausgeführt. Vor der zweiten Messung war die Platte nachgeschwärzt worden; die $H\gamma$-Linie liess nunmehr eine etwas sicherere Auffassung zu. Gewicht 1/3.
			+ 0.152	+ 0.152	

α Canis majoris mit Eisenspectrum als Vergleichsspectrum.

Nachdem verschiedene Versuche, das Magnesiumspectrum als Vergleichsspectrum anzuwenden, an der Verwaschenheit der beim Ueberschlagen des Funkens von Magnesium-Elektroden erzeugten Linie 448 $\mu\mu$ gescheitert waren, ist am 21. und 22. März 1891 der Versuch gemacht worden, das Eisenspectrum als Vergleichsspectrum zu benutzen. Ueber die Anordnung der Beobachtungen ist bereits auf Seite 19 Ausführlicheres mitgetheilt worden.

Der folgende Holzschnitt giebt ein ziemlich getreues Bild (Negativ) eines Theils des Sirius-

Digitized by Google

spectrums mit den Hauptlinien des Eisenspectrums nach den Beobachtungen vom 22. März 1891. Derselbe ist nach einer vergrösserten Copie der Originalaufnahme angefertigt worden. Ausser den Linien des Eisenspectrums ist noch die künstliche, das Sternspectrum durchschneidende Wasserstofflinie $H\gamma$ sichtbar. Alle Linien im Sternspectrum zeigen gegen die entsprechenden Linien des künstlich erzeugten Eisenspectrums eine geringe Verschiebung nach Roth.

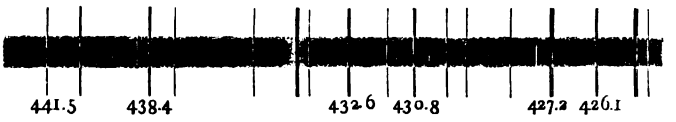


Fig. 11.

Die Ausmessungen der Platten unter dem Mikroskop haben zu folgenden Resultaten geführt.

März 21 1891 Platte Nr. 246 Expos.-Zeit für ✱ = 48m für Fe-Sp. = 25s			März 21 1891 Platte Nr. 247 Expos.-Zeit für ✱ = 15m zwischen Wolken, für Fe-Sp. = 60s			März 22 1891 Platte Nr. 248 Expos.-Zeit für ✱ = 36m für Fe-Sp. = 25s		
λ	Δ		λ	Δ		λ	Δ	
426.1	0R.070	(1)	428.3	0R.026	(1)	426.1	0R.036	(2)
428.3	0.064	(1)	429.5	0.044	(2)	427.2[1]	0.042 :	(2/3)
429.5	0.044	(2)	430.0	0.037	(2)		0.036	(1)
430.8	0.056	(2)	430.8[3]	—		428.3	0.047	(1)
432.6	0.049	(2)	431.6	0.044	(2)	429.5	0.036	(2)
435.2[2]	0.039	(0)	436.8	0.035	(1)	430.0	0.026	(1)
438.4	0.044	(2)	437.6	0.045	(1)	430.8	0.019	(2)
440.5	0.033	(1)	438.4[4]	—		431.6	0.033 :	(2/3)
			440.5	0.040	(2)	432.6	0.024	(2)
			441.5	0.033	(1)	438.4	0.027	(2)
			442.3[5]	0.044	(1)	440.5	0.020	(1)
						441.5	0.024 :	(2/3)

[1] Doppellinie, die erste Componente sehr matt im Sternspectrum. [2] Fraglich, ob Stern- und Fe-Linien zu identificiren sind, Beobachtung deshalb ausgeschlossen. [3] Linie des Fe-Spectrums zu breit und stark für eine sichere Messung. [4] Linien im Fe-Spectrum zu breit und stark, im Stern verwaschen und nicht sicher aufzufassen. [5] Fe-Linie recht schwach.

Die erste Columne giebt die Wellenlänge in Milliontel Millimetern, die zweite die gemessenen Distanzen zwischen den Linien im Sternspectrum und den entsprechenden Linien des Vergleichsspectrums in Schraubenumdrehungen. Die auf je vier Einstellungen beruhenden Mittelwerthe der Distanzmessungen haben das Gewicht 1 erhalten. Bei besonders gut zu bestimmenden Linien liegen zwei unabhängig von einander erhaltene Messungsreihen vor; dem Mittel aus diesen Messungen ist das Gewicht 2 beigelegt worden, während bei schwer aufzufassenden Linien den Beobachtungen das Gewicht $^2/_3$ gegeben worden ist.

Bei den Aufnahmen am 21. März sind die Sternspectra schmal, und die Linien des Eisenspectrums reichen nicht bis an die Begrenzung des Sternspectrums. Man stellt daher beim Messen im Sternspectrum auf die Scheitelpunkte der gekrümmten Linien ein, während man im Eisenspectrum die Enden der über und unter dem Sternspectrum gelegenen Bogenstücke geradlinig verbindet, und es ist deshalb eine Correction an die Messungen anzubringen. Für den Krümmungsradius der als Kreisbögen angenommenen Spectrallinien ergab sich im Mittel aus mehreren Messungen in der Nähe der $H\gamma$-Linie

Digitized by Google

der Werth 266ᴿ, und hiermit berechnet sich für den Abstand des Scheitelpunktes von der Mitte der Sehne von 4ᴿ·0 (Nr. 246) und 3ᴿ·3 (Nr. 247) Länge die Correction von 0ᴿ·008 bez. 0ᴿ·005, die, da der Scheitel nach dem rothen Ende des Spectrums zu gelegen ist und die Verschiebung der Linien im Sternspectrum gegen die Linien des Vergleichsspectrums nach derselben Seite erfolgt, so anzubringen ist, dass alle gemessenen Distanzen um diesen Betrag verkleinert werden. Bei der Aufnahme vom 22. März berühren die Linien des Eisenspectrums die Ränder des Sternspectrums. Es ist bei den Messungen auf die Berührungsstelle eingestellt worden und auf die Linien im Sternspectrum ebenfalls am Rande des Spectrums, so dass keine Correction an die Messungen anzubringen ist.

Der Betrag der linearen Verschiebung ist an den verschiedenen Stellen des prismatischen Spectrums ein anderer für einen gleichen Wellenlängenunterschied, oder derselben Verschiebung entspricht ein anderer Betrag der Bewegung im Visionsradius. Für die hier in Frage kommenden Wellenlängen ist die Bewegung in geographischen Meilen aus dem folgenden Täfelchen zu entnehmen, welches auf zahlreichen Messungen an Aufnahmen des Sonnenspectrums mit dem Spectrographen beruht:

λ	1^R
426 $\mu\mu$	= 27.5 geogr. Mln.
428	28.1
430	28.7
432	29.4
434	30.2
436	30.9
438	31.7
440	32.5

Mit dieser Tabelle berechnet sich nach Anbringung der Correction wegen Krümmung der Linien die der Verschiebung entsprechende Bewegung des Sirius, wie folgt:

λ	März 21 Nr. 246 Δ (geogr. Mln.)	März 21 Nr. 247 Δ (geogr. Mln.)	März 22 Nr. 248 Δ (geogr. Mln.)
426.1	1.71 (1)	—	0.99 (2)
427.2	—	—	1.17 (2/3) 1.01 (1)
428.3	1.58 (1)	0.59 (1)	1.33 (1)
429.5	1.03 (2)	1.12 (2)	1.03 (2)
430.0	—	0.92 (2)	0.75 (1)
430.8	1.39 (2)	—	0.55 (2)
431.6	—	1.14 (2)	0.97 (2/3)
432.6	1.21 (2)	—	0.71 (2)
436.8	—	0.94 (1)	—
437.6	—	1.26 (1)	—
438.4	1.15 (2)	—	0.86 (2)
440.5	0.82 (1)	1.14 (2)	0.65 (1)
441.5	—	0.93 (1)	0.79 (2/3)
442.3	—	1.30 (1)	—
Mittel:	1.24	1.05	0.87

Im Mittel aus den drei als gleichwerthig anzusehenden Bestimmungen folgt 1.05 geogr. Meilen, um welchen Betrag sich der Stern in der Secunde, da die Verschiebung der Sternspectrallinien nach Roth erfolgte, von der Erde fort bewegte.

Digitized by Google

Beobachter: Scheiner.

Stern	Datum	Platten-Nr.	Verschiebung	Mittel	Bemerkungen
α Andromedae	1888 Sept. 28	4	+ 0.023 — 0.004	+ 0.010	Künstliche Linie sehr stark; mässig gutes Spectrum.
			+ 0.039 + 0.018	+ 0.029	
α Andromedae	1888 Dec. 7	57	+ 0.007 + 0.009	+ 0.008	Künstliche Linie sehr matt; sehr schwierige Messung. In der Nähe der $H\gamma$-Linie scheint ein Fehler auf der Platte zu sein, daher Beobachtung ausgeschlossen.
			+ 0.011 + 0.023	+ 0.017	
α Andromedae	1891 Febr. 13	238	+ 0.143 + 0.150	+ 0.147	Gute Aufnahme.
			+ 0.137 + 0.155	+ 0.146	
β Cassiopejae	1889 Jan. 13	91	+ 0.126 + 0.103	+ 0.115	Zu matt; sehr schwierig zu messen. Vielleicht ein Fehler in der Platte, unter dessen Berücksichtigung die Verschiebung = 0 sein würde.
			+ 0.127	+ 0.127	Das zweite Mal ist nur mit schwacher Vergrösserung gemessen.
β Cassiopejae	1889 Jan. 14	92	+ 0.171 + 0.163	+ 0.167	Aeusserst schwierige und unsichere Messung infolge zu matter Aufnahme. Das zweite Mal ist auch nur bei schwacher Vergrösser. gemessen worden.
			+ 0.128	+ 0.128	
γ Cassiopejae	1888 Oct. 6	9	— 0.065 — 0.058	— 0.062	Messung sehr unsicher; eine feste Auffassung ist nicht zu erhalten.
			+ 0.028 — 0.009	+ 0.010	
γ Cassiopejae	1889 Jan. 9	89	— 0.011 + 0.003	— 0.004	Sehr unsicher. Es gilt hier dieselbe Bemerkung wie bei der vorigen Platte.
			— 0.006 — 0.006	— 0.006	
γ Orionis	1888 Dec. 7	59	+ 0.005 + 0.027	+ 0.016	Ziemlich gute Aufnahme, doch ist die $H\gamma$-Linie im Stern recht schwach.
			+ 0.016 + 0.024	+ 0.020	
γ Orionis	1888 Dec. 26	72	—	—	Aufnahme zu matt, daher nicht zu messen. Es scheint eine geringe Verschiebung nach Roth vorhanden zu sein.

Digitized by Google

Stern	Datum	Platten-Nr.	Verschiebung	Mittel	Bemerkungen
γ Orionis	1891 Febr. 1	230	+ 0.R100 + 0.112	+ 0.R106	Sehr unsichere Messung; doch ist die Verschiebung entschieden stark nach Roth. Platte zum zweiten Male nicht gemessen. Gewicht 1/3.
γ Orionis	1891 Febr. 4	232	+ 0.151 + 0.189	+ 0.170	Ausgezeichnete Platte. Messung für sehr gut gehalten.
			+ 0.159 + 0.161	+ 0.160	
β Tauri	1888 Dec. 4	51	+ 0.044 + 0.072	+ 0.058	Schwierige Messung, da die *Hγ*-Linie im Stern sehr matt ist. Gewicht 2/3.
			+ 0.059 + 0.058	+ 0.059	
β Tauri	1888 Dec. 7	58	+ 0.042 + 0.067	+ 0.055	Schwierige Messung.
			+ 0.042 + 0.077	+ 0.060	
β Tauri	1891 Febr. 5	234	+ 0.079 + 0.124	+ 0.102	Gute Platte, doch macht die richtige Auffassung der Verschiebung Schwierigkeit.
			+ 0.110 + 0.110	+ 0.110	
δ Orionis	1888 Dec. 10	64	— 0.003 + 0.008	+ 0.003	Nicht leicht zu messen.
			+ 0.036 + 0.019	+ 0.028	
δ Orionis	1889 Jan. 5	84	+ 0.006 + 0.022	+ 0.014	Die *Hγ*-Linie im Stern ist kaum zu sehen, daher Messung sehr unsicher. Gewicht 1/3.
			+ 0.049 + 0.039	+ 0.044	
δ Orionis	1891 Febr. 26	239	+ 0.144 + 0.131	+ 0.138	Recht gute Messung.
			+ 0.143 + 0.147	+ 0.145	
δ Orionis	1891 Febr. 27	240	+ 0.138 + 0.183	+ 0.161	Recht gut zu messen.
			+ 0.133 + 0.167	+ 0.150	
ε Orionis	1888 Oct. 24	16	+ 0.037 + 0.048	+ 0.043	Aufnahme etwas matt, aber gut zu messen.
			+ 0.034 + 0.037	+ 0.036	

Digitized by Google

Stern	Datum	Platten-Nr.	Verschiebung	Mittel	Bemerkungen
ε Orionis	1889 Jan. 4	82	+ 0^{R}144	+ 0^{R}155	Gute Aufnahme, doch ist die Messung nicht leicht.
			+ 0.166		
			+ 0.159	+ 0.150	
			+ 0.141		
ε Orionis	1889 März 6	103	+ 0.246	+ 0.251	Gute Aufnahme, gut zu messen, *Hγ*-Linie im Stern sehr breit.
			+ 0.255		
			+ 0.254	+ 0.258	
			+ 0.262		
ζ Orionis	1888 Dec. 28	74	+ 0.041	+ 0.049	*Hγ*-Linie im Stern sehr matt.
			+ 0.057		
			+ 0.071	+ 0.073	
			+ 0.075		
ζ Orionis	1889 Jan. 4	83	+ 0.136	+ 0.146	Gute Aufnahme, aber nicht leicht zu messen.
			+ 0.155		
			+ 0.140	+ 0.161	
			+ 0.182		
β Aurigae	1888 Nov. 14	44	—	—	Zur Messung zu matt; Verschiebung zweifelsohne stark nach Violett.
β Aurigae	1889 Jan. 3	81	— 0.105	— 0.111	Eine sichere Auffassung ist nicht zu erhalten; zum zweiten Male nicht gemessen. Gewicht 1/3.
			— 0.116		
β Aurigae	1890 Nov. 22	222	— 0.173	— 0.182	Ziemlich gut zu messen.
			— 0.190		
			— 0.165	— 0.155	
			— 0.145		
β Aurigae	1890 Nov. 25	224	— 0.179	— 0.168	Gute Aufnahme; ziemlich gut zu messen.
			— 0.157		
			— 0.125	— 0.137	
			— 0.148		
β Aurigae	1890 Nov. 26	227	— 0.226	— 0.199	Künstliche Linie sehr verwaschen. Messung äusserst schwierig und unsicher, doch ist die Verschiebung ohne Zweifel stark. Gewicht 2/3.
			— 0.172		
			— 0.165	— 0.177	
			— 0.189		
β Aurigae	1890 Dec. 14	228	— 0.163	— 0.156	Matte Aufnahme, Messung recht unsicher. Gewicht 2/3.
			— 0.148		
			— 0.129	— 0.144	
			— 0.159		
β Aurigae	1890 Dec. 21	229	— 0.109	— 0.100	Schwierige Messung.
			— 0.090		
			— 0.160	— 0.133	
			— 0.106		

Digitized by Google

Stern	Datum	Platten-Nr.	Verschiebung	Mittel	Bemerkungen
γ Geminorum	1888 Dec. 14	70	— 0^{R}108	— 0^{R}110	Ziemlich gute Platte, Messung recht sicher.
			— 0.112		
			— 0.096	— 0.096	
			— 0.096		
γ Geminorum	1889 Jan. 6	87	— 0.021	— 0.018	Recht gute Aufnahme, doch nicht leicht zu messen.
			— 0.014		
			+ 0.012	— 0.002	
			— 0.015		
γ Geminorum	1890 April 5	190	+ 0.042	+ 0.041	Etwas trübe Aufnahme, ziemlich gut zu messen.
			+ 0.040		
			+ 0.077	+ 0.080	
			+ 0.082		
γ Geminorum	1891 Febr. 7	236	+ 0.058	+ 0.046	Sehr gute Aufnahme.
			+ 0.034		
			+ 0.077	+ 0.080	
			+ 0.082		
α Canis majoris	1888 Dec. 1	48	— 0.138	— 0.128	Gute Aufnahme. Spectrum breit, infolge dessen recht schwierige Messung.
			— 0.117		
			— 0.152	— 0.129	
			— 0.106		
α Canis majoris	1888 Dec. 13	68	— 0.175	— 0.086	Die künstliche Linie ist im Spectrum ausgebogen. Da auf dieselbe innerhalb des Spectrums eingestellt worden ist, so ist eine Correction auf die gerade künstliche Linie anzubringen. Dieselbe beträgt nach mehreren Messungen + 0^{R}061, bei den nebenstehenden Mittelwerthen ist dieselbe bereits berücksichtigt.
			— 0.119		
			— 0.190	— 0.104	
			— 0.139		
α Canis majoris	1889 Febr. 10	100	—	—	Die Aufnahme ist zu matt.
α Canis majoris	1889 März 6	104	—	—	Die Aufnahme ist zu matt.
α Canis majoris	1890 Jan. 29	173	— 0.016	— 0.016	Ziemlich gute Platte; Spectrum sehr kräftig.
			— 0.016		
			— 0.080	— 0.065	
			— 0.050		
α Canis majoris	1890 Jan. 29	174	—	—	Die künstliche Linie ist so schwach, dass eine exacte Einstellung auf dieselbe nicht möglich ist.
α Canis majoris	1890 Febr. 12	178	— 0.026	— 0.027	Obgleich die Photographie sehr wohl gelungen ist, konnte ich zu keiner sicheren Auffassung gelangen.
			— 0.027		
			— 0.046	— 0.030	
			— 0.014		
α Canis majoris	1891 Febr. 7	237	— 0.031	— 0.025	Nicht sehr sichere Messung.
			— 0.019		
			— 0.037	— 0.025	
			— 0.013		

Digitized by Google

Stern	Datum	Platten-Nr.	Verschiebung	Mittel	Bemerkungen
α Canis majoris	1891 März 21	246	+ 0ᴿ.038	+ 0ᴿ.038	Gut zu messende Aufnahme.
			+ 0.038		
			+ 0.024	+ 0.030	
			+ 0.035		
α Canis majoris	1891 März 22	248	+ 0.033	+ 0.033	Spectrum sehr matt. Nur einmal bei schwacher Vergrösserung gemessen; bei starker Vergrösserung ist eine Messung unmöglich. Gewicht 1/3.
α Geminorum	1888 Dec. 22	71	—	—	Nicht zu messen, da *Hγ*-Linie in dem sehr matten Spectrum zu breit ist; doch ist eine starke Verschiebung (etwa 0ᴿ.13) nach Violett mit Sicherheit zu erkennen.
α Geminorum	1889 März 22	108	—	—	Nicht zu messen, Verschiebung scheint nahe Null zu sein.
α Geminorum	1889 April 19	118	—	—	Nicht zu messen, Spectrum zu matt, *Hγ*-Linie zu breit. Verschiebung ist jedenfalls nur sehr gering.
α Leonis	1889 März 9	106	+ 0.010	+ 0.008	Gute Aufnahme, gute Messung.
			+ 0.005		
			+ 0.028	+ 0.031	
			+ 0.034		
α Leonis	1889 April 4	115	+ 0.056	+ 0.038	Gute, aber wohl etwas zu kräftige Aufnahme. Bei sehr dünner Hülfslinie fasst man die Verschiebung etwas stärker auf, als bei dickerer.
			+ 0.019		
			+ 0.105	+ 0.082	
			+ 0.058		
β Ursae majoris	1889 Mai 23	138	— 0.025	— 0.020	Sehr schwierige und unsichere Messung.
			— 0.013		
			— 0.022		
			— 0.011	— 0.007	
			— 0.002		
β Ursae majoris	1889 Mai 25	142	— 0.045	— 0.041	Schwierige Messung.
			— 0.036		
			— 0.030	— 0.034	
			— 0.038		
δ Leonis	1889 April 2	110	—	—	Zu matt zum Messen.
δ Leonis	1889 April 29	120	+ 0.017	+ 0.016	Sehr gute Aufnahme; gute Messung.
			+ 0.014		
			+ 0.015	+ 0.017	
			+ 0.019		
δ Leonis	1890 April 1	186	+ 0.035	+ 0.033	Aufnahme etwas matt, besonders ist die künstliche Linie etwas schwer aufzufassen.
			+ 0.031		
			+ 0.054	+ 0.051	
			+ 0.047		
δ Leonis	1890 April 4	188	+ 0.057	+ 0.044	Künstliche Linie zu stark, nicht sehr sichere Messung. Gewicht 2/3.
			+ 0.030		
			+ 0.058	+ 0.055	
			+ 0.051		

Digitized by Google

Stern	Datum	Platten-Nr.	Verschiebung	Mittel	Bemerkungen
β Leonis	1889 April 2	111	— 0R.006	+ 0R.001	Matte und trübe Aufnahme; Messung unsicher. Gewicht 2/3.
			+ 0.008		
			+ 0.017	+ 0.011	
			+ 0.004		
β Leonis	1889 April 4	116	+ 0.001	+ 0.022	Ziemlich gute Aufnahme. Verschiebung ist jedenfalls gering.
			+ 0.042		
			— 0.011	+ 0.018	
			+ 0.046		
β Leonis	1890 April 9	191	+ 0.019	+ 0.019	Schwierig zu messen.
			+ 0.018		
			+ 0.043	+ 0.046	
			+ 0.048		
γ Ursae majoris	1889 Mai 24	140	— 0.004	— 0.006	Aeusserst schwierige und unsichere Messung, besonders bei starker Vergrösserung; deshalb beim zweiten Male nur mit schwacher gemessen.
			— 0.007		
			+ 0.014	+ 0.014	
γ Ursae majoris	1889 Juni 1	146	— 0.028	— 0.021	Sehr schwierige Messung.
			— 0.014		
			— 0.006	— 0.001	
			+ 0.005		
ε Ursae majoris	1889 Mai 23	139	— 0.037	— 0.033	Die $H\gamma$-Linie im Sternspectrum ist nicht leicht aufzufassen.
			— 0.029		
			— 0.007	— 0.001	
			+ 0.005		
ε Ursae majoris	1889 Mai 24	141	— 0.048	— 0.046	Etwas besser zu messen als die vorige Aufnahme.
			— 0.043		
			— 0.026	— 0.032	
			— 0.038		
ζ Ursae majoris	1889 Mai 25	143	— 0.063	— 0.067	Ziemlich gute Aufnahme.
			— 0.071		
			— 0.038	— 0.032	
			— 0.025		
ζ Ursae majoris	1890 März 13	181	— 0.157	— 0.158	$H\gamma$-Linie etwas breit, daher nicht leichte Messung.
			— 0.158		
			— 0.125	— 0.122	
			— 0.119		
ζ Ursae majoris	1890 März 15	182	— 0.144	— 0.142	Ziemlich gut zu messen.
			— 0.139		
			— 0.124	— 0.120	
			— 0.115		

Digitized by Google

Stern	Datum	Platten-Nr.	Verschiebung	Mittel	Bemerkungen
ζ *Ursae majoris*	1890 März 29	184	— $0^{R}.151$	— $0^{R}.155$	Messung erschwert durch einen Fehler auf der Platte.
			— 0.159		
			— 0.133	— 0.138	
			— 0.143		
ζ *Ursae majoris*	1890 Juli 9	214	— 0.065	— 0.062	Recht schwierige Messung, besonders bei schwacher Vergrösserung.
			— 0.059		
			— 0.026	— 0.033	
			— 0.040		
ζ *Ursae majoris*	1890 Juli 13	215	— 0.055	— 0.062	*Hγ*-Linie im Sternspectrum recht schwierig aufzufassen.
			— 0.068		
			— 0.052	— 0.054	
			— 0.056		
ζ *Ursae majoris*	1890 Juli 14	216	—	—	Aufnahme zu matt; eine exacte Messung ist mir nicht möglich.
ζ *Ursae majoris*	1890 Sept. 5	217	— 0.110	— 0.095	Sehr unsichere Messung, eine constante Auffassung kann ich nicht erhalten. Gewicht $^{2}/_{3}$.
			— 0.079		
			— 0.015	— 0.025	
			— 0.034		
ζ *Ursae majoris*	1890 Sept. 8	218	— 0.077	— 0.066	Dieselbe Bemerkung wie bei der vorigen Platte. Gewicht $^{2}/_{3}$.
			— 0.055		
			— 0.021	— 0.020	
			— 0.018		
η *Ursae majoris*	1889 Mai 31	145	— 0.067	— 0.055	Gute Aufnahme.
			— 0.043		
			— 0.018	— 0.022	
			— 0.025		
η *Ursae majoris*	1890 April 1	185	— 0.068	— 0.050	Gute Aufnahme.
			— 0.032		
			— 0.059	— 0.061	
			— 0.063		
β Librae	1889 Mai 5	130	—	—	Aufnahme zum Messen zu matt; Verschiebung jedenfalls gering.
α Coronae	1889 Mai 17	134	—	—	Fehler auf der Platte, daher ausgeschlossen.
α Coronae	1889 Mai 22	136	—	—	Platte durch die Mitaufnahme des Magnesium-Spectrums zum Messen untauglich.
α Coronae	1891 Febr. 27	241	+ 0.134	+ 0.130	In der Nähe der *Hγ*-Linie ein kleines Fleckchen, welches beim Messen stört.
			+ 0.125		
			+ 0.080	+ 0.094	
			+ 0.107		

Digitized by Google

Stern	Datum	Platten-Nr.	Verschiebung	Mittel	Bemerkungen
α Coronae	1891 Febr. 28	242	+ 0^{R}093	+ 0^{R}119	Aufnahme matt, schwierig zu messen. Gewicht 1/3.
			+ 0.145		
			+ 0.150	+ 0.133	
			+ 0.115		
α Coronae	1891 März 16	243	+ 0.085	+ 0.086	Gute Aufnahme.
			+ 0.087		
			+ 0.086	+ 0.112	
			+ 0.137		
α Coronae	1891 März 17	245	+ 0.052	+ 0.063	Recht gute Aufnahme.
			+ 0.073		
			+ 0.092	+ 0.094	
			+ 0.095		
α Coronae	1891 April 24	249	+ 0.085	+ 0.082	Gut zu messen.
			+ 0.079		
			+ 0.099	+ 0.093	
			+ 0.087		
α Ophiuchi	1888 Sept. 30	5	+ 0.176	+ 0.180	Etwas matte Aufnahme; Messung nicht leicht.
			+ 0.184		
			+ 0.185	+ 0.202	
			+ 0.219		
α Ophiuchi	1889 Juni 7	151	+ 0.067	+ 0.075	Sehr gute Aufnahme, gut zu messen.
			+ 0.083		
			+ 0.104	+ 0.095	
			+ 0.085		
α Lyrae	1888 Sept. 28	3	— 0.019	— 0.013	Sehr gut zu messende Platte.
			— 0.006		
			— 0.010	— 0.008	
			— 0.005		
α Lyrae	1888 Nov. 11	35	— 0.024	— 0.008	Sehr schwierige Messung, besonders bei starker Vergrösserung; Aufnahme matt. Gewicht 2/3.
			+ 0.009		
			+ 0.021	+ 0.017	
			+ 0.012		
α Lyrae	1888 Nov. 13	40	— 0.052	— 0.021	Aeusserst unsichere Messung. Gewicht 1/3.
			+ 0.010		
			— 0.042	— 0.028	
			— 0.013		
α Lyrae	1889 Mai 31	144	— 0.092	— 0.094	*Hγ*-Linie etwas ausgebogen, sonst recht gut zu messen.
			— 0.095		
			— 0.109	— 0.104	
			— 0.098		

Digitized by Google

Stern	Datum	Platten-Nr.	Verschiebung	Mittel	Bemerkungen
α Lyrae	1889 Juni 6	148	— 0ᵏ.124	— 0ᵏ.087	*Hγ*-Linie ausgebogen. Bei der ersten Messung auf die Ausbiegung eingestellt, daher um + 0ᵏ.029 corrigirt. Das zweite Mal die Ausbiegung bei den Messungen berücksichtigt.
			— 0.108		
			— 0.087	— 0.081	
			— 0.074		
α Lyrae	1889 Sept. 15	155	+ 0.034	+ 0.034	Sehr schwache künstliche Linie; nur bei schwacher Vergrösserung eben zu messen. Gewicht 1/3.
			+ 0.046	+ 0.046	
α Lyrae	1889 Nov. 24	159	— 0.031	— 0.016	Bei starker Vergrösserung nicht zu messen, daher das erste Mal zweimal mit schwacher. Messung nicht wiederholt, weil zu unsicher. Gewicht 1/3.
			— 0.001		
α Lyrae	1890 Nov. 25	223	— 0.026	— 0.039	Nicht leichte Messung.
			— 0.052		
			— 0.036	— 0.026	
			— 0.016		
α Lyrae	1890 Nov. 26	226	---	—	Spectrum verwaschen, nicht zu einer einigermassen guten Messung zu verwenden.
α Aquilae	1888 Sept. 27	2	— 0.048	— 0.046	Schwierig zu messen.
			— 0.043		
			— 0.007	— 0.010	
			— 0.012		
α Aquilae	1888 Oct. 31	21	— 0.046	— 0.046	Aeusserst schwierige Messung, nur mit schwacher Vergrösserung. Gewicht 1/3.
			— 0.024	— 0.024	
α Aquilae	1888 Nov. 5	22	— 0.038	— 0.033	Besonders mit starker Vergrösserung schwierig zu messen.
			— 0.027		
			— 0.006	— 0.025	
			— 0.044		
α Pegasi	1888 Oct. 1	6	+ 0.057	+ 0.045	Gute Aufnahme, aber schwierig zu messen.
			+ 0.032		
			+ 0.079	+ 0.079	
			+ 0.079		
α Pegasi	1888 Nov. 12	37	+ 0.101	+ 0.101	Spectrum ganz matt, Messung hat nur geringen Werth. Gewicht 1/3.

Digitized by Google

Reduction der Beobachtungen auf die Sonne.

Die mit dem Spectroskop ermittelten Bewegungen der Sterne im Visionsradius sind relative zur Erde, und um die absoluten Geschwindigkeiten zu erhalten, ist es erforderlich, sowohl die in die Richtung zum Stern fallende Geschwindigkeitscomponente der Erde in ihrer Bahn um die Sonne, als auch diejenige der Sonne selbst in Abzug zu bringen. Die zur Berechnung der letzteren erforderlichen Daten sind aber zur Zeit noch so wenig sicher bekannt, besonders was die Geschwindigkeit der Bewegung des Sonnensystems anbelangt, dass man sich vorläufig damit begnügen muss, die Geschwindigkeiten im Visionsradius relativ zur Sonne anzugeben.

Unter Anwendung bekannter Bezeichnungen ist:

$$r^2 \frac{dv}{dt} = \frac{2\pi ab}{T} = \frac{2\pi a\sqrt{1-e^2}}{T}.$$

Nun ist

$$r = \frac{a(1-e^2)}{1+e\cos(\odot - \Pi)} = a\{1 - e\cos(\odot - \Pi)\}$$

$$\frac{dr}{dt} = ae\sin(\odot - \Pi)\frac{d\odot}{dt};\ r\frac{dv}{dt} = \frac{2\pi a}{T}\{1 + e\cos(\odot - \Pi)\}.$$

Bezeichnet man nun mit λ und β die Länge und Breite eines Sternes, so folgt für die Geschwindigkeitscomponente der Erde in der Richtung auf diesen Stern:

$$-du = \frac{dr}{dt}\cdot\cos\beta\cos(\lambda - \odot) + r\frac{dv}{dt}\cos\beta\sin(\lambda - \odot)$$

oder

$$-du = \{ae\sin(\odot - \Pi)\cos\beta\cos(\lambda - \odot) + (a + ae\cos(\odot - \Pi))\cos\beta\sin(\lambda - \odot)\}\frac{2\pi}{T}$$

und endlich

$$-du = \frac{2\pi a}{T}\cos\beta\{\sin(\lambda - \odot) + e\sin(\lambda - \Pi)\}.$$

$\frac{2\pi a}{T}$ ist die mittlere Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn; das erste Glied der Formel $\frac{2\pi a}{T}\cos\beta\sin(\lambda - \odot)$ ist die Geschwindigkeitscomponente der Erde in der Richtung auf den Stern unter Annahme einer Kreisbahn. Dieser Hauptbetrag der Erdbewegung lässt sich hiernach sehr leicht für jeden Stern in eine Tafel bringen mit dem Argumente $\lambda - \odot$. Der auf den folgenden Seiten befindlichen Tafel I ist die mittlere Geschwindigkeit 3.98 geogr. Meilen zu Grunde gelegt worden.

Das zweite Glied des Ausdrucks $\frac{2\pi ae}{T}\cos\beta\sin(\lambda - \Pi)$, welches die Verbesserung der Tafelwerthe wegen der Excentricität der Erdbahn darstellt, ist für jeden Stern eine Constante und ist in Tafel II gegeben. Das Maximum dieser Correction beträgt 0.07 Meilen; es tritt für in der Ekliptik liegende Sterne ein, deren Länge um 90° resp. 270° von der Länge des Perihels der Erdbahn differirt.

Digitized by Google

Tafel I.

	α Androm.	β Cassiop.	α Cassiop.	γ Cassiop.	β Androm.	α Urs. min.	γ Androm.	α Arietis	β Persei	α Persei	α Tauri	
0°	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0°
	31	22	24	23	31	14	31	34	32	30	35	
5	0.31	0.22	0.24	0.23	0.31	0.14	0.31	0.34	0.32	0.30	0.35	5
	31	21	24	23	31	14	30	34	32	30	34	
10	0.62	0.43	0.48	0.46	0.62	0.28	0.61	0.68	0.64	0.60	0.69	10
	31	21	23	22	30	14	30	33	31	29	34	
15	0.93	0.64	0.71	0.68	0.92	0.42	0.91	1.01	0.95	0.89	1.03	15
	30	21	23	22	30	13	30	33	31	29	33	
20	1.23	0.85	0.94	0.90	1.22	0.55	1.21	1.34	1.26	1.18	1.36	20
	29	20	22	21	29	13	28	31	30	28	32	
25	1.52	1.05	1.16	1.11	1.51	0.68	1.49	1.65	1.56	1.46	1.68	25
	27	19	21	20	27	13	27	31	28	26	30	
30	1.79	1.24	1.37	1.31	1.78	0.81	1.76	1.96	1.84	1.72	1.98	30
	27	19	20	20	27	12	26	29	27	25	29	
35	2.06	1.43	1.57	1.51	2.05	0.93	2.02	2.25	2.11	1.97	2.27	35
	25	17	19	18	25	11	25	27	26	24	28	
40	2.31	1.60	1.76	1.69	2.30	1.04	2.27	2.52	2.36	2.21	2.55	40
	23	16	18	16	23	11	22	25	24	22	25	
45	2.54	1.76	1.94	1.85	2.53	1.15	2.49	2.77	2.60	2.43	2.80	45
	21	15	16	16	21	10	21	23	22	20	23	
50	2.75	1.91	2.10	2.01	2.74	1.25	2.70	3.00	2.82	2.63	3.03	50
	19	13	14	14	19	8	19	21	20	19	21	
55	2.94	2.04	2.24	2.15	2.93	1.33	2.89	3.21	3.02	2.82	3.24	55
	17	12	13	12	17	7	16	19	17	16	19	
60	3.11	2.16	2.37	2.27	3.10	1.40	3.05	3.40	3.19	2.98	3.43	60
	14	10	11	11	15	7	14	15	15	14	16	
65	3.25	2.26	2.48	2.38	3.25	1.47	3.19	3.55	3.34	3.12	3.59	65
	12	9	9	9	13	5	12	12	12	12	13	
70	3.37	2.35	2.57	2.47	3.38	1.52	3.31	3.67	3.46	3.24	3.72	70
	9	7	7	7	9	4	9	10	10	9	10	
75	3.46	2.42	2.64	2.54	3.47	1.56	3.40	3.77	3.56	3.33	3.82	75
	7	4	5	4	6	3	7	9	7	6	8	
80	3.53	2.46	2.69	2.58	3.53	1.59	3.47	3.86	3.63	3.39	3.90	80
	4	2	3	3	3	1	4	5	4	4	5	
85	3.57	2.48	2.72	2.61	3.56	1.60	3.51	3.91	3.67	3.43	3.95	85
	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	
90	3.59	2.49	2.74	2.62	3.58	1.61	3.53	3.92	3.68	3.44	3.96	90

	α Aurigae	β Orionis	γ Orionis	β Tauri	δ Orionis	ε Orionis	ζ Orionis	α Orionis	β Aurigae	γ Gemin.	α Can. maj.	
0°	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0°
	32	30	33	35	32	32	32	33	32	35	27	
5	0.32	0.30	0.33	0.35	0.32	0.32	0.32	0.33	0.32	0.35	0.27	5
	32	29	33	34	31	31	31	33	32	34	26	
10	0.64	0.59	0.66	0.69	0.63	0.63	0.63	0.66	0.64	0.69	0.53	10
	31	29	32	33	31	31	30	33	32	33	26	
15	0.95	0.88	0.98	1.02	0.94	0.94	0.93	0.99	0.96	1.02	0.79	15
	30	29	32	33	31	30	30	32	31	33	26	
20	1.25	1.17	1.30	1.35	1.25	1.24	1.23	1.31	1.27	1.35	1.05	20
	30	27	31	32	29	29	29	30	30	32	24	
25	1.55	1.44	1.61	1.67	1.54	1.53	1.52	1.61	1.57	1.67	1.29	25
	28	26	29	31	28	28	28	30	28	31	24	
30	1.83	1.70	1.90	1.98	1.82	1.81	1.80	1.91	1.85	1.98	1.53	30
	27	25	28	29	27	27	27	29	27	29	23	
35	2.10	1.95	2.18	2.27	2.09	2.08	2.07	2.20	2.12	2.27	1.76	35
	26	24	27	28	26	25	25	26	26	27	21	
40	2.36	2.19	2.45	2.55	2.35	2.33	2.32	2.46	2.38	2.54	1.97	40
	24	22	24	25	24	24	24	24	24	26	20	
45	2.60	2.41	2.69	2.80	2.59	2.57	2.56	2.70	2.62	2.80	2.17	45
	22	20	22	23	22	22	21	22	22	24	18	
50	2.82	2.61	2.91	3.03	2.81	2.79	2.77	2.92	2.84	3.04	2.35	50
	19	18	20	21	19	19	19	20	20	20	16	
55	3.01	2.79	3.11	3.24	3.00	2.98	2.96	3.12	3.04	3.24	2.51	55
	17	16	19	19	16	16	16	19	17	18	15	
60	3.18	2.95	3.30	3.43	3.16	3.14	3.12	3.31	3.21	3.42	2.66	60
	15	14	16	16	14	14	14	16	15	15	12	
65	3.33	3.09	3.46	3.59	3.30	3.28	3.26	3.47	3.36	3.57	2.78	65
	12	11	13	13	12	12	12	13	12	13	10	
70	3.45	3.20	3.59	3.72	3.42	3.40	3.38	3.60	3.48	3.70	2.88	70
	9	9	10	10	10	10	10	10	10	11	8	
75	3.54	3.29	3.69	3.82	3.52	3.50	3.48	3.70	3.58	3.81	2.96	75
	7	7	6	8	7	7	7	7	7	8	6	
80	3.61	3.36	3.75	3.90	3.59	3.57	3.55	3.77	3.65	3.89	3.02	80
	4	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	
85	3.65	3.40	3.79	3.95	3.63	3.61	3.60	3.81	3.69	3.94	3.06	85
	2	1	2	1	2	1	1	2	2	1	1	
90	3.67	3.41	3.81	3.96	3.65	3.62	3.61	3.83	3.71	3.95	3.07	90

Digitized by Google

	α Gemin.	α Can. min.	β Gemin.	α Leonis	γ Leonis	β Urs. maj.	α Urs. maj.	δ Leonis	β Leonis	γ Urs. maj.	
0°	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0°
	34	33	35	35	34	25	23	34	34	24	
5	0.34	0.33	0.35	0.35	0.34	0.25	0.23	0.34	0.34	0.24	5
	34	33	34	34	34	24	22	33	34	23	
10	0.68	0.66	0.69	0.69	0.68	0.49	0.45	0.67	0.68	0.47	10
	33	33	33	34	33	24	22	33	33	23	
15	1.01	0.99	1.02	1.03	1.01	0.73	0.67	1.00	1.01	0.70	15
	33	32	33	33	33	23	21	32	32	23	
20	1.34	1.31	1.35	1.36	1.34	0.96	0.88	1.32	1.33	0.93	20
	32	30	32	32	32	22	21	31	31	21	
25	1.66	1.61	1.67	1.68	1.66	1.18	1.09	1.63	1.64	1.14	25
	30	30	31	31	31	22	20	30	30	21	
30	1.96	1.91	1.98	1.99	1.97	1.40	1.29	1.93	1.94	1.35	30
	29	29	29	29	29	21	18	28	29	20	
35	2.25	2.20	2.27	2.28	2.26	1.61	1.47	2.21	2.23	1.55	35
	27	26	27	28	27	20	18	27	27	19	
40	2.52	2.46	2.54	2.56	2.53	1.81	1.65	2.48	2.50	1.74	40
	25	24	26	26	25	18	17	24	25	18	
45	2.77	2.70	2.80	2.82	2.78	1.99	1.82	2.72	2.75	1.92	45
	23	22	24	24	23	16	15	22	23	16	
50	3.00	2.92	3.04	3.06	3.01	2.15	1.97	2.94	2.98	2.08	50
	21	20	20	21	21	15	14	21	21	14	
55	3.21	3.12	3.24	3.27	3.22	2.30	2.11	3.15	3.19	2.22	55
	18	19	18	18	19	13	12	19	18	13	
60	3.39	3.31	3.42	3.45	3.41	2.43	2.23	3.34	3.37	2.35	60
	16	16	15	16	16	11	10	16	15	11	
65	3.55	3.47	3.57	3.61	3.57	2.54	2.33	3.50	3.52	2.46	65
	13	13	13	13	13	9	9	13	13	9	
70	3.68	3.60	3.70	3.74	3.70	2.63	2.42	3.63	3.65	2.55	70
	10	10	11	10	10	8	7	10	10	7	
75	3.78	3.70	3.81	3.84	3.80	2.71	2.49	3.73	3.75	2.62	75
	8	7	8	8	7	6	5	7	8	5	
80	3.86	3.77	3.89	3.92	3.87	2.77	2.54	3.80	3.83	2.67	80
	5	4	5	4	4	3	2	4	5	3	
85	3.91	3.81	3.94	3.96	3.91	2.80	2.56	3.84	3.88	2.70	85
	1	2	1	2	2	1	1	2	1	1	
90	3.92	3.83	3.95	3.98	3.93	2.81	2.57	3.86	3.89	2.71	90

	ε Urs. maj.	α Virginis	ζ Urs. maj.	η Urs. maj.	α Bootis	ε Bootis	β Urs. min.	β Librae	α Coron.	α Serpent.	
0°	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0°
	20	35	19	20	30	26	10	34	25	31	
5	0.20	0.35	0.19	0.20	0.30	0.26	0.10	0.34	0.25	0.31	5
	20	34	19	20	29	26	10	34	24	32	
10	0.40	0.69	0.38	0.40	0.59	0.52	0.20	0.68	0.49	0.63	10
	20	34	19	20	29	26	10	34	24	30	
15	0.60	1.03	0.57	0.60	0.88	0.78	0.30	1.02	0.73	0.93	15
	19	33	18	19	29	25	10	33	24	30	
20	0.79	1.36	0.75	0.79	1.17	1.03	0.40	1.35	0.97	1.23	20
	19	32	18	19	28	25	9	32	23	29	
25	0.98	1.68	0.93	0.98	1.45	1.28	0.49	1.67	1.20	1.52	25
	18	31	17	18	26	23	9	30	22	28	
30	1.16	1.99	1.10	1.16	1.71	1.51	0.58	1.97	1.42	1.80	30
	17	29	16	17	25	22	9	29	21	27	
35	1.33	2.28	1.26	1.33	1.96	1.73	0.67	2.26	1.63	2.07	35
	16	28	16	16	24	21	8	27	20	25	
40	1.49	2.56	1.42	1.49	2.20	1.94	0.75	2.53	1.83	2.32	40
	15	26	15	15	22	19	7	26	19	23	
45	1.64	2.82	1.57	1.64	2.42	2.13	0.82	2.79	2.02	2.55	45
	14	23	13	14	20	18	7	23	17	21	
50	1.78	3.05	1.70	1.78	2.62	2.31	0.89	3.02	2.19	2.76	50
	12	21	11	12	18	16	6	21	15	19	
55	1.90	3.26	1.81	1.90	2.80	2.47	0.95	3.23	2.34	2.95	55
	11	19	10	11	16	14	6	18	13	17	
60	2.01	3.45	1.91	2.01	2.96	2.61	1.01	3.41	2.47	3.12	60
	9	16	9	9	14	12	5	16	11	15	
65	2.10	3.61	2.00	2.10	3.10	2.73	1.06	3.57	2.58	3.27	65
	8	13	7	7	11	10	4	13	9	12	
70	2.18	3.74	2.07	2.17	3.21	2.83	1.10	3.70	2.67	3.39	70
	6	10	6	6	9	8	3	10	7	9	
75	2.24	3.84	2.13	2.23	3.30	2.91	1.13	3.80	2.74	3.48	75
	5	8	4	5	7	6	2	8	6	7	
80	2.29	3.92	2.17	2.28	3.37	2.97	1.15	3.88	2.80	3.55	80
	3	5	2	3	4	4	1	5	4	4	
85	2.32	3.97	2.19	2.31	3.41	3.01	1.16	3.93	2.84	3.59	85
	0	1	1	1	1	1	0	1	1	2	
90	2.32	3.98	2.20	2.32	3.42	3.02	1.16	3.94	2.85	3.61	90

Digitized by Google

	β Herculis	η Ophiuchi	α Ophiuchi	α Lyrae	α Aquilae	γ Cygni	α Cygni	ε Pegasi	β Pegasi	α Pegasi	
0°	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0°
	26	35	28	17	30	19	18	32	30	33	
5	0.26	0.35	0.28	0.17	0.30	0.19	0.18	0.32	0.30	0.33	5
	25	34	28	16	30	19	17	32	29	32	
10	0.51	0.69	0.56	0.33	0.60	0.38	0.35	0.64	0.59	0.65	10
	25	33	27	16	30	18	17	31	29	32	
15	0.76	1.02	0.83	0.49	0.90	0.56	0.52	0.95	0.88	0.97	15
	24	33	27	15	29	18	16	31	29	31	
20	1.00	1.35	1.10	0.64	1.19	0.74	0.68	1.26	1.17	1.28	20
	23	32	26	15	28	17	16	30	27	31	
25	1.23	1.67	1.36	0.79	1.47	0.91	0.84	1.56	1.44	1.59	25
	23	31.	25	15	27	17	16	28	26	29	
30	1.46	1.98	1.61	0.94	1.74	1.08	1.00	1.84	1.70	1.88	30
	22	29	24	14	25	16	14	27	25	27	
35	1.68	2.27	1.85	1.08	1.99	1.24	1.14	2.11	1.95	2.15	35
	20	27	23	13	24	15	14	26	24	26	
40	1.88	2.54	2.08	1.21	2.23	1.39	1.28	2.37	2.19	2.41	40
	19	25	21	12	22	14	13	24	22	24	
45	2.07	2.79	2.29	1.33	2.45	1.53	1.41	2.61	2.41	2.65	45
	17	24	19	11	21	13	12	21	20	22	
50	2.24	3.03	2.48	1.44	2.66	1.66	1.53	2.82	2.61	2.87	50
	15	21	17	10	18	11	11	20	18	20	
55	2.39	3.24	2.65	1.54	2.84	1.77	1.64	3.02	2.79	3.07	55
	14	18	15	9	17	10	9	17	16	18	
60	2.53	3.42	2.80	1.63	3.01	1.87	1.73	3.19	2.95	3.25	60
	12	15	13	8	14	8	8	15	14	15	
65	2.65	3.57	2.93	1.71	3.15	1.95	1.81	3.34	3.09	3.40	65
	10	13	11	6	11	7	7	12	11	13	
70	2.75	3.70	3.04	1.77	3.26	2.02	1.88	3.46	3.20	3.53	70
	8	11	8	5	9	6	5	10	9	10	
75	2.83	3.81	3.12	1.82	3.35	2.08	1.93	3.56	3.29	3.63	75
	5	8	6	4	7	5	3	7	7	7	
80	2.88	3.89	3.18	1.86	3.42	2.13	1.96	3.63	3.36	3.70	80
	3	5	4	2	4	3	2	4	3	4	
85	2.91	3.94	3.22	1.88	3.46	2.16	1.98	3.67	3.39	3.74	85
	2	1	1	0	1	0	1	2	2	1	
90	2.93	3.95	3.23	1.88	3.47	2.16	1.99	3.69	3.41	3.75	90

Tafel II.

Stern	Corr.	Stern	Corr.	Stern	Corr.	Stern	Corr.	Stern	Corr.
α *Androm.*	+ 0.06	α *Aurigae*	+ 0.02	α *Gemin.*	— 0.01	α *Virginis*	— 0.07	α *Ophiuchi*	— 0.02
β *Cassiop.*	+ 0.04	β *Orionis*	+ 0.02	α *Can. min.*	— 0.02	ζ *Urs. maj.*	— 0.03	α *Lyrae*	0.00
α *Cassiop.*	+ 0.04	γ *Orionis*	+ 0.02	β *Gemin.*	— 0.01	η *Urs. maj.*	— 0.04	α *Aquilae*	+ 0.02
γ *Cassiop.*	+ 0.04	β *Tauri*	+ 0.02	α *Leonis*	— 0.05	α *Bootis*	— 0.06	γ *Cygni*	+ 0.03
β *Androm.*	+ 0.06	δ *Orionis*	+ 0.02	γ *Leonis*	— 0.05	ε *Bootis*	— 0.05	α *Cygni*	+ 0.03
α *Urs. min.*	+ 0.01	ε *Orionis*	+ 0.02	β *Urs. maj.*	— 0.03	β *Urs. min.*	— 0.01	ε *Pegasi*	+ 0.05
γ *Androm.*	+ 0.05	ζ *Orionis*	+ 0.02	α *Urs. maj.*	— 0.02	β *Librae*	— 0.05	β *Pegasi*	+ 0.06
α *Arietis*	+ 0.06	α *Orionis*	+ 0.01	δ *Leonis*	— 0.06	α *Coronae*	— 0.04	α *Pegasi*	+ 0.06
β *Persei*	+ 0.04	β *Aurigae*	+ 0.01	β *Leonis*	— 0.06	α *Serpent.*	— 0.05		
α *Persei*	+ 0.04	γ *Gemin.*	0.00	γ *Urs. maj.*	— 0.03	β *Herculis*	— 0.03		
α *Tauri*	+ 0.04	α *Can. maj.*	0.00	ε *Urs. maj.*	— 0.03	η *Ophiuchi*	— 0.03		

Digitized by Google

Zusammenstellung der Resultate.

I. Messmethode.

Stern	Datum	Platten-Nr.	Beob. Vogel Verschiebung in R.	Beob. Vogel Bewegung in geogr. Meilen	Beob. Scheiner Verschiebung in R.	Beob. Scheiner Bewegung in geogr. Meilen	Reduction auf ⊙	Bewegung rel. zur ⊙ Vogel	Bewegung rel. zur ⊙ Scheiner
β Cassiop.	1889								
	Jan. 13	91	+ 0.042	+ 1.27			— 2.50	— 1.23	
α Cassiop.	1890								
	Febr. 20	179	+ 0.017	+ 0.51	+ 0.007	+ 0.21	— 2.50	— 1.99	— 2.29
	Febr. 21	180	+ 0.015	+ 0.45	+ 0.019	+ 0.57	— 2.47	— 2.02	— 1.90
							Mittel	— 2.01	— 2.10
β Androm.	1888								
	Nov. 6	25	+ 0.052	+ 1.57	+ 0.087	+ 2.63	— 1.05	+ 0.52	+ 1.58
	1889								
	Sept. 4	153	— 0.021	— 0.63	— 0.017	— 0.51	+ 2.52	+ 1.89	+ 2.01
							Mittel	+ 1.21	+ 1.80
α Urs. min.	1888								
	Nov. 14	43	— 0.124	— 3.74	— 0.145	— 4.38	+ 0.89	— 2.85	— 3.49
	Dec. 6	55	— 0.144	— 4.35	— 0.129	— 3.89	+ 0.32	— 4.03	— 3.57
							Mittel	— 3.44	— 3.53
γ Androm.	1888								
	Dec. 13	66	+ 0.051	+ 1.54	+ 0.004	+ 0.12	— 2.29	— 0.75	— 2.17
	Dec. 14	69			— 0.019	— 0.57	— 2.34		— 2.91
	1890								
	Febr. 12	177	+ 0.070	+ 2.11	+ 0.046	+ 1.39	— 3.50	— 1.39	— 2.11
							Mittel	— 1.07	— 2.40
α Arietis	1888								
	Nov. 5	23	— 0.037	— 1.12	— 0.074	— 2.23	— 0.60	— 1.72	— 2.83
	1890								
	Febr. 7	175	+ 0.069	+ 2.08	+ 0.081	+ 2.44	— 3.86	— 1.78	— 1.42
	Febr. 12	176	+ 0.047	+ 1.42	+ 0.066	+ 1.99	— 3.77	— 2.35	— 1.78
							Mittel	— 1.95	— 2.01
α Persei	1888								
	Dec. 5	53	— 0.020	— 0.60	— 0.014	— 0.42	— 0.86	— 1.46	— 1.28
	Dec. 10	63	— 0.010	— 0.30	— 0.007	— 0.21	— 1.15	— 1.45	— 1.36
							Mittel	— 1.46	— 1.32
α Tauri	1888								
	Oct. 28	20	+ 0.130	+ 3.92	+ 0.150	+ 4.53	+ 2.07	+ 5.99	+ 6.60
	Nov. 10	34	+ 0.177	+ 5.34	+ 0.177	+ 5.34	+ 1.27	+ 6.61	+ 6.61
	Dec. 4	52	+ 0.220	+ 6.64	+ 0.222	+ 6.70	— 0.40	+ 6.24	+ 6.30
	1890								
	Jan. 9	168	+ 0.314	+ 9.48	+ 0.324	+ 9.78	— 2.66	+ 6.82	+ 7.12
							Mittel	+ 6.42	+ 6.66

Anmerkung. Bei Beobachtungen mit geringerem Gewicht als 1 ist das angenommene Gewicht in Klammern gegeben.

Digitized by Google

Stern	Datum	Platten-Nr.	Beob. Vogel: Verschiebung in R.	Beob. Vogel: Bewegung in geogr. Meilen	Beob. Scheiner: Verschiebung in R.	Beob. Scheiner: Bewegung in geogr. Meilen	Reduction auf ⊙	Bewegung rel. zur ⊙: Vogel	Bewegung rel. zur ⊙: Scheiner
α Aurigae	1888								
	Oct. 6	10	— 0.024	— 0.72			+ 3.34	+ 2.70 (2/3)	
	Oct. 6	10	— 0.013	— 0.39 (1/3)					
	Oct. 22	14	+ 0.021	+ 0.63	+ 0.018	+ 0.54	+ 2.81	+ 3.44	+ 3.35
	Oct. 24	15	+ 0.026	+ 0.78					
	Oct. 24	15	+ 0.020	+ 0.60	+ 0.015	+ 0.45	+ 2.73	+ 3.55	+ 3.18
	Oct. 24	15	+ 0.036	+ 1.09					
	Oct. 25	18	+ 0.025	+ 0.75	+ 0.019	+ 0.57	+ 2.68	+ 3.43	+ 3.25
	Oct. 28	19	+ 0.024	+ 0.72	+ 0.005	+ 0.15	+ 2.55	+ 3.37	+ 2.70
	Oct. 28	19	+ 0.030	+ 0.91					
	Nov. 9	30	+ 0.076	+ 2.29	+ 0.034	+ 1.03	+ 1.93	+ 3.92 (2/3)	+ 2.96 (2/3)
	Nov. 9	30	+ 0.056	+ 1.69					
	Dec. 1	46	+ 0.081	+ 2.44	+ 0.093	+ 2.81	+ 0.62	+ 2.97 (2/3)	+ 3.43 (2/3)
	Dec. 1	46	+ 0.075	+ 2.26					
	Dec. 13	67	+ 0 113	+ 3.41					
	Dec. 13	67	+ 0.121	+ 3.65 (1/3)					
	Dec. 13	67	+ 0.115	+ 3.47	+ 0.104	+ 3.14	— 0.16	+ 3.32	+ 3.07
	Dec. 13	67	+ 0.125	+ 3.77 (1/3)	+ 0.116	+ 3.50 (1/3)			
	Dec. 13	67	+ 0.109	+ 3.29 (1/3)					
	1889								
	Jan. 2	79	+ 0.143	+ 4.32	+ 0.140	+ 4.23	— 1.42	+ 3.17	+ 2.81
	Jan. 2	79	+ 0.179	+ 5.40 (1/3)					
	Febr. 5	95	+ 0.227	+ 6.85	+ 0.247	+ 7.45			
	Febr. 5	95	+ 0.224	+ 6.76 (1/3)	+ 0.244	+ 7.36	— 3.10	+ 3.67	+ 4.32
	Febr. 5	95	+ 0.216	+ 6.52 (1/3)	+ 0.249	+ 7.51 (1/3)			
	März 6	105	+ 0.239	+ 7.21	+ 0.257	+ 7.76	— 3.68	+ 3.53 (1/3)	+ 4.08 (1/3)
	Sept. 15	154	— 0.026	— 0.78	— 0.018	— 0.54	+ 3.64	+ 2.86 (2/3)	+ 3.10 (2/3)
							Mittel	+ 3.34	+ 3.25
α Orionis	1888								
	Dec. 8	61	+ 0.075	+ 2.26	+ 0.072	+ 2.17	+ 0.64	+ 2.90	+ 2.81
	Dec. 29	76	+ 0.087	+ 2.63	+ 0.102	+ 3.08	— 0.77	+ 1.86	+ 2.31
	1890								
	Jan. 11	169	+ 0.104	+ 3.14	+ 0.136	+ 4.10	— 1.59	+ 1.55	+ 2.51
							Mittel	+ 2.10	+ 2.54
γ Gemin.	1888								
	Dec. 14	70	— 0.108	— 3.26			+ 0.96	— 2.30	
	1889								
	Jan. 6	87	— 0.037	— 1.12			— 0.65	— 1.77	
							Mittel	— 2.04	
α Can. maj.	1888								
	Dec. 1	48	— 0.109	— 3.29			+ 1.64	— 1.65	
	Dec. 13	68	— 0.103	— 3.11			+ 1.06	— 2.05	
	1889								
	Febr. 10	100	+ 0.021	+ 0.63			— 1.96	— 1.33	
	1890								
	Jan. 29	173	— 0.002	— 0.06			— 1.40	— 1.46 (1/3)	
	Febr. 12	178	+ 0.021	+ 0.63			— 2.03	— 1.40	
							Mittel	— 1.60	
α Can. min.	1888								
	Dec. 8	62	— 0.115	— 3.47	— 0.138	— 4.16	+ 2.32	— 1.15	— 1.84
	Dec. 29	77	— 0.076	— 2.29	— 0.094	— 2.84	+ 1.04	— 1.25	— 1.80

Digitized by Google

Stern	Datum	Platten-Nr.	Beob. Vogel Verschiebung in R.	Beob. Vogel Bewegung in geogr. Meilen	Beob. Scheiner Verschiebung in R.	Beob. Scheiner Bewegung in geogr. Meilen	Reduction auf ⊙	Bewegung rel. zur ⊙ Vogel	Bewegung rel. zur ⊙ Scheiner
	1891								
	Febr. 5	235	+ 0.022	+ 0.66	+ 0.036	+ 1.09	— 1.45	— 0.79	— 0.59
	Febr. 5	235			+ 0.021	+ 0.63			
							Mittel	— 1.06	— 1.41
β Gemin.	1889								
	Jan. 5	85	+ 0.004	+ 0.12	+ 0.007	+ 0.21	+ 0.41	+ 0.53	+ 0.62
	Febr. 3	94	+ 0.052	+ 1.57	+ 0.035	+ 1.06	— 1.58	— 0.02	— 0.52
	Febr. 3	94	+ 0.051	+ 1.54					
							Mittel	+ 0.26	+ 0.05
γ Leonis	1889								
	April 3	114	— 0.067	— 2.02	— 0.102	— 3.08	— 2.82	— 4.84	— 5.90
	1890								
	April 4	187	— 0.071	— 2.14	— 0.072	— 2.17	— 2.85	— 4.99	— 5.02
							Mittel	— 4.92	— 5.46
α Urs. maj.	1888								
	Nov. 7	26	— 0.122	— 3.68	— 0.154	— 4.65	+ 2.59	— 1.09	— 2.06
	Nov. 9	31	— 0.130	— 3.92	— 0.151	— 4.56	+ 2.58	— 1.34	— 1.98
	1889								
	Mai 4	128	+ 0.037	+ 1.12	+ 0.045	+ 1.36	— 2.55	— 1.43	— 1.19
	Mai 22	137	+ 0.012	+ 0.36	+ 0.027	+ 0.81	— 2.42	— 1.69	— 1.61
	Mai 22	137	+ 0.036	+ 1.09					
							Mittel	— 1.39	— 1.71
α Bootis	1888								
	Oct. 5	7	— 0.024	— 0.72	— 0.039	— 1.18	— 0.50	— 1.22	— 1.68
	1889								
	April 4	117	— 0.047	— 1.42	— 0.070	— 2.11	+ 0.49	— 0.93	— 1.62
	April 30	123	— 0.002	— 0.06	— 0.001	— 0.03	— 1.00	— 1.06	— 1.03
	Mai 17	133	+ 0.034	+ 1.03	+ 0.026	+ 0.78	— 1.88	— 0.85	— 1.10
	1890								
	April 15	196	— 0.023	— 0.69	— 0.019	— 0.57	— 0.13	— 0.82	— 0.70
	April 15	196	— 0.023	— 0.69					
	Mai 23	206	+ 0.045	+ 1.36	+ 0.052	+ 1.57	— 2.14	— 0.78	— 0.57
							Mittel	— 0.94	— 1.12
ε Bootis	1889								
	Mai 5	129	— 0.048	— 1.45	— 0.048	— 1.45	— 0.95	— 2.40	— 2.40
	Mai 21	135	— 0.015	— 0.45	— 0.005	— 0.15	— 1.67	— 2.12	— 1.82
							Mittel	— 2.26	— 2.11
β Urs. min.	1888								
	Nov. 9	29	+ 0.040	+ 1.21	+ 0.039	+ 1.18	+ 1.17	+ 2.38	+ 2.35
	1889								
	Mai 3	126	+ 0.093	+ 2.81	+ 0.095	+ 2.87	— 1.15	+ 1.66	+ 1.72
	Mai 4	127	+ 0.086	+ 2.60	+ 0.098	+ 2.96	— 1.15	+ 1.45	+ 1.81
	Juni 2	147	+ 0.111	+ 3.35	+ 0.091	+ 2.75	— 1.00	+ 2.19	+ 1.75
	Juni 2	147	+ 0.100	+ 3.02					
							Mittel	+ 1.92	+ 1.91
	1889								
α Serpentis	Mai 13	132	+ 0.1	+ 3::			— 0.26	+ 3::	
β Herculis	1889								
	Juni 7	150	— 0.131	— 3.95	— 0.133	— 4.01	— 0.86	— 4.81	— 4.87
	Juni 25	152	— 0.091	— 2.75	— 0.109	— 3.29	— 1.65	— 4.40	— 4.94
							Mittel	— 4.61	— 4.91

Digitized by Google

Stern	Datum	Platten-Nr.	Beob. Vogel Verschiebung in R.	Beob. Vogel Bewegung in geogr. Meilen	Beob. Scheiner Verschiebung in R.	Beob. Scheiner Bewegung in geogr. Meilen	Reduction auf ⊙	Bewegung rel. zur ⊙ Vogel	Bewegung rel. zur ⊙ Scheiner
γ Cygni	1888								
	Nov. 12	39	+ 0.059	+ 1.78	+ 0.054	+ 1.63	— 2.19	— 0.41	— 0.56
	Dec. 28	73	+ 0.014	+ 0.42	+ 0.009	+ 0.27	— 1.57	— 1.15	— 1.30
							Mittel	— 0.78	— 0.93
α Cygni	1888								
	Oct. 14	11	+ 0.003	+ 0.09	+ 0.003	+ 0.09	— 1.52	— 1.43	— 1.43
	Nov. 11	36	+ 0.041	+ 1.24	— 0.004	— 0.12	— 1.97	— 0.73	— 2.09
	Nov. 13	41	+ 0.048	+ 1.45	+ 0.035	+ 1.06	— 1.98	— 0.53	— 0.92
	1889								
	Juni 6	149	— 0.082	— 2.47	— 0.095	— 2.87	+ 1.91	— 0.56	— 0.96
							Mittel	— 0.81	— 1.35
ε Pegasi	1888								
	Oct. 5	8	+ 0.109	+ 3.29	+ 0.096	+ 2.90	— 2.55	+ 0.74	+ 0.35
	Nov. 10	32	+ 0.162	+ 4.89	+ 0.187	+ 5.64	— 3.66	+ 1.23	+ 1.98
							Mittel	+ 0.99	+ 1.17
β Pegasi	1889								
	Nov. 24	160	+ 0.133	+ 4.01			— 3.15	+ 0.9:	

II. Messmethode.

Die Mittelwerthe in den Columnen 4 und 6 weichen von den entsprechenden Werthen in der Zusammenstellung auf Seite 71 bis 91 um kleine Beträge ab infolge der nunmehr angebrachten Correction nach der Tabelle auf Seite 33.

Stern	Datum	Platten-Nr.	Beob. Vogel Verschiebung in R.	Beob. Vogel Bewegung in geogr. Meilen	Beob. Scheiner Verschiebung in R.	Beob. Scheiner Bewegung in geogr. Meilen	Reduction auf ⊙	Bewegung rel. zur ⊙ Vogel	Bewegung rel. zur ⊙ Scheiner
α Androm.	1888								
	Sept. 28	4	— 0.060	— 1.81	+ 0.010	+ 0.30	+ 0.35	— 0.26	+ 0.94
	Sept. 28	4	— 0.004	— 0.12	+ 0.029	+ 0.88			
	Sept. 28	4	+ 0.003	+ 0.09					
	1891								
	Febr. 13	238	+ 0.113	+ 3.41	+ 0.148	+ 4.47	— 2.72	+ 0.54	+ 1.74
	Febr. 13	238	+ 0.103	+ 3.11	+ 0.147	+ 4.44			
							Mittel	+ 0.14	+ 1.34
β Cassiop.	1889								
	Jan. 13	91	+ 0.607	+ 2.02	+ 0.116	+ 3.50	— 2.50	— 0.48	+ 1.18
	Jan. 13	91			+ 0.128	+ 3.86			
	Jan. 14	92	+ 0.149	+ 4.50	+ 0.169	+ 5.10	— 2.51	+ 1.99	+ 1.99
	Jan. 14	92			+ 0.129	+ 3.89			
							Mittel	+ 0.76	+ 1.59
γ Cassiop.	1888								
	Oct. 6	9	— 0.040	— 1.21	— 0.062	— 1.87	+ 1.20	+ 0.08	+ 0.41
	Oct. 6	9	— 0.034	— 1.03	+ 0.010	+ 0.30			
	1889								
	Jan. 9	89	+ 0.134	+ 4.04	— 0.004	— 0.12	— 2.47	+ 0.76	— 2.62
	Jan. 9	89	+ 0.129	+ 3.89	— 0.006	— 0.18			
	Jan. 9	89	+ 0.058	+ 1.75					
							Mittel	+ 0.42	— 1.11

Digitized by Google

Stern	Datum	Platten-Nr.	Beob. Vogel Verschiebung in R.	Beob. Vogel Bewegung in geogr. Meilen	Beob. Scheiner Verschiebung in R.	Beob. Scheiner Bewegung in geogr. Meilen	Reduction auf ⊙	Bewegung rel. zur ⊙ Vogel	Bewegung rel. zur ⊙ Scheiner
γ Orionis	1888								
	Dec. 7	59	+ 0.035	+ 1.06	+ 0.016	+ 0.48	+ 0.18	+ 1.73	+ 0.72
	Dec. 7	59	+ 0.086	+ 2.60	+ 0.020	+ 0.60			
	Dec. 7	59	+ 0.033	+ 1.00					
	1891								
	Febr. 1	230	+ 0.161	+ 4.86	+ 0.106	+ 3.20	— 3.07	+ 1.43	+ 0.13 (1/3)
	Febr. 1	230	+ 0.137	+ 4.13					
	Febr. 4	232	+ 0.153	+ 4.62	+ 0.171	+ 5.16	— 3.19	+ 1.69	+ 1.82
	Febr. 4	232	+ 0.170	+ 5.13	+ 0.161	+ 4.86			
							Mittel	+ 1.62	+ 1.11
β Tauri	1888								
	Dec. 4	51	+ 0.032	+ 0.97	+ 0.058	+ 1.75	+ 0.51	+ 1.45 (2/3)	+ 2.28 (2/3)
	Dec. 4	51	+ 0.030	+ 0.91	+ 0.059	+ 1.78			
	Dec. 7	58	+ 0.016	+ 0.48	+ 0.055	+ 1.66	+ 0.31	+ 1.26	+ 2.05
	Dec. 7	58	+ 0.047	+ 1.42	+ 0.060	+ 1.81			
	1891								
	Febr. 5	234	+ 0.128	+ 3.86	+ 0.103	+ 3.11	— 3.29	+ 0.67	— 0.06
	Febr. 5	234	+ 0.125	+ 3.77	+ 0.111	+ 3.35			
	Febr. 5	234	+ 0.141	+ 4.26					
							Mittel	+ 1.09	+ 1.32
δ Orionis	1888								
	Dec. 10	64	— 0.042	— 1.27	+ 0.003	+ 0.09	+ 0.07	— 1.02	+ 0.54
	Dec. 10	64	— 0.030	— 0.91	+ 0.028	+ 0.85			
	1889								
	Jan. 5	84	+ 0.087	+ 2.63	+ 0.014	+ 0.42	— 1.57	+ 0.91 (1/3)	— 0.69 (1/3)
	Jan. 5	84	+ 0.077	+ 2.32	+ 0.044	+ 1.33			
	1891								
	Febr. 26	239	+ 0.137	+ 4.13	+ 0.139	+ 4.20	— 3.55	+ 0.15	+ 0.76
	Febr. 26	239	+ 0.108	+ 3.26	+ 0.146	+ 4.41			
	Febr. 27	240	+ 0.113	+ 3.41	+ 0.162	+ 4.89	— 3.57	+ 0.11	+ 1.16
	Febr. 27	240	+ 0.131	+ 3.95	+ 0.151	+ 4.56			
							Mittel	— 0.14	+ 0.67
ε Orionis	1888								
	Oct. 24	16	+ 0.035	+ 1.06	+ 0.043	+ 1.30	+ 2.77	+ 3.94	+ 3.97
	Oct. 24	16	+ 0.042	+ 1.27	+ 0.036	+ 1.09			
	1889								
	Jan. 4	82	+ 0.138	+ 4.16	+ 0.156	+ 4.71	— 1.43	+ 3.22	+ 3.21
	Jan. 4	82	+ 0.170	+ 5.13	+ 0.151	+ 4.56			
	März 6	103	+ 0.225	+ 6.79	+ 0.253	+ 7.64	— 3.63	+ 3.73	+ 4.12
	März 6	103	+ 0.276	+ 8.33	+ 0.260	+ 7.85			
	März 6	103	+ 0.230	+ 6.94 (2/3)					
	März 6	103	+ 0.240	+ 7.24					
							Mittel	+ 3.63	+ 3.77
ζ Orionis	1888								
	Dec. 28	74	+ 0.099	+ 2.99	+ 0.049	+ 1.48	— 0.96	+ 2.02	+ 0.88
	Dec. 28	74	+ 0.098	+ 2.96	+ 0.073	+ 2.20			
	1889								
	Jan. 4	83	+ 0.159	+ 4.80	+ 0.147	+ 4.44	— 1.39	+ 2.35	+ 3.28
	Jan. 4	83	+ 0.126	+ 3.80	+ 0.162	+ 4.89			
	Jan. 4	83	+ 0.087	+ 2.63					
							Mittel	+ 2.19	+ 2.08

Digitized by Google

Stern	Datum	Platten-Nr.	Beob. Vogel Verschiebung in R.	Beob. Vogel Bewegung in geogr. Meilen	Beob. Scheiner Verschiebung in R.	Beob. Scheiner Bewegung in geogr. Meilen	Reduction auf ⊙	Bewegung rel. zur ⊙ Vogel	Bewegung rel. zur ⊙ Scheiner
β Aurigae	1888								
	Nov. 14	44	— 0.206	— 6.22			+ 2.13	— 4.09 (1/3)	
	1889								
	Jan. 3	81	— 0.104	— 3.14	— 0.112	— 3.38	— 1.00	— 3.99	— 4.38 (1/3)
	Jan. 3	81	— 0.094	— 2.84					
	1890								
	Nov. 22	222	— 0.195	— 5.89	— 0.183	— 5.52	+ 1.71	— 3.80	— 3.41
	Nov. 22	222	— 0.170	— 5.13	— 0.156	— 4.71			
	Nov. 25	224	— 0.124	— 3.74	— 0.169	— 5.10	+ 1.54	— 2.58	— 3.09
	Nov. 25	224	— 0.149	— 4.50	— 0.138	— 4.16			
	Nov. 26	227	— 0.159	— 4.80	— 0.201	— 6.07	+ 1.48	— 3.32 (1/3)	— 4.26 (2/3)
	Nov. 26	227			— 0.179	— 5.40			
	Dec. 14	228	— 0.184	— 5.55	— 0.158	— 4.77	+ 0.33	— 5.22 (1/3)	— 4.25 (2/3)
	Dec. 14	228			— 0.145	— 4.38			
	Dec. 21	229	— 0.098	— 2.96	— 0.101	— 3.05	— 0.12	— 3.41	— 3.67
	Dec. 21	229	— 0.120	— 3.62	— 0.134	— 4.04			
							Mittel	— 3.60	— 3.71
γ Gemin.	1888								
	Dec. 14	70	— 0.117	— 3.53	— 0.111	— 3.35	+ 0.96	— 2.57 (2/3)	— 2.18
	Dec. 14	70			— 0.097	— 2.93			
	1889								
	Jan. 6	87	— 0.069	— 2.08	— 0.018	— 0.54	— 0.65	— 2.43	— 0.95
	Jan. 6	87	— 0.049	— 1.48	— 0.002	— 0.06			
	1890								
	April 5	190	+ 0.048	+ 1.45	+ 0.041	+ 1.24	— 3.90	— 2.45	— 2.07
	April 5	190			+ 0.080	+ 2.41			
	1891								
	Febr. 7	236	+ 0.028	+ 0.85	+ 0.046	+ 1.39	— 2.61	— 1.74	— 0.71
	Febr. 7	236	+ 0.029	+ 0.88	+ 0.080	+ 2.41			
							Mittel	— 2.27	— 1.97
α Can. maj.	1888								
	Dec. 1	48	— 0.113	— 3.41	— 0.129	— 3.89	+ 1.64	— 1.77	— 2.27
	Dec. 1	48			— 0.130	— 3.92			
	Dec. 13	68	— 0.102	— 3.08	— 0.087	— 2.63	+ 1.06	— 1.89	— 1.84
	Dec. 13	68	— 0.093	— 2.81	— 0.105	— 3.17			
	1889								
	Febr. 10	100	+ 0.004	+ 0.12			— 1.96	— 1.84	
	1890								
	Jan. 29	173	— 0.039	— 1.18	— 0.016	— 0.48	— 1.40	— 2.58	— 2.62
	Jan. 29	173			— 0.065	— 1.96			
	Jan. 29	174	— 0.041	— 1.24 (1/2)			— 1.40	— 2.40	
	Jan. 29	174	— 0.029	— 0.88					
	Febr. 12	178	+ 0.006	+ 0.18	— 0.027	— 0.81	— 2.03	— 2.00	— 2.89
	Febr. 12	178	— 0.004	— 0.12	— 0.030	— 0.91			
	1891								
	Febr. 7	237	+ 0.001	+ 0.03	— 0.025	— 0.75	— 1.81	— 1.83	— 2.56
	Febr. 7	237	— 0.002	— 0.06	— 0.025	— 0.75			
	März 21	246	+ 0.033	+ 1.00	+ 0.038	+ 1.15	— 3.00	— 1.95	— 1.97
	März 21	246	+ 0.036	+ 1.09	+ 0.030	+ 0.91			
	März 21	247	+ 0.030	+ 0.91			— 3.00	— 2.09	
	März 22	248	+ 0.044	+ 1.33	+ 0.033	+ 1.00	— 3.01	— 1.97	— 2.01 (1/3)
	März 22	248	+ 0.025	+ 0.75					
							Mittel	— 2.03	— 2.34

Digitized by Google

Stern	Datum	Platten-Nr.	Beob. Vogel Verschiebung in R.	Beob. Vogel Bewegung in geogr. Meilen	Beob. Scheiner Verschiebung in R.	Beob. Scheiner Bewegung in geogr. Meilen	Reduction auf ⊙	Bewegung rel. zur ⊙ Vogel	Bewegung rel. zur ⊙ Scheiner
α Gemin.	1888								
	Dec. 22	71	— 0.13 :	— 4 :	— 0.13 :	— 4 :	+ 1.15	— 3 :	— 3 :
	1889								
	März 22	108	0 :	0 :	0 :	0 :	— 3.76	— 4 :	— 4 :
	April 19	118	0 :	0 :	0 :	0 :	— 3.84	— 4 :	— 4 :
							Mittel	— 4 :	— 4 :
α Leonis	1889								
	März 9	106	+ 0.014	+ 0.42	+ 0.008	+ 0.24	— 1.40	— 0.85	— 0.81
	März 9	106	+ 0.014	+ 0.42	+ 0.031	+ 0.94			
	März 9	106	+ 0.027	+ 0.81					
	April 4	115	+ 0.039	+ 1.18	+ 0.038	+ 1.15	— 2.87	— 1.66	— 1.06
	April 4	115	+ 0.041	+ 1.24	+ 0.082	+ 2.47			
							Mittel	— 1.26	— 0.94
β Urs. maj.	1889								
	Mai 23	138	— 0.058	— 1.75	— 0.020	— 0.60	— 2.68	— 4.42	— 3.09
	Mai 23	138	— 0.057	— 1.72	— 0.007	— 0.21			
	Mai 25	142	— 0.042	— 1.27	— 0.041	— 1.24	— 2.65	— 3.97	— 3.79
	Mai 25	142	— 0.045	— 1.36	— 0.034	— 1.03			
							Mittel	— 4.20	— 3.44
δ Leonis	1889								
	April 29	120	+ 0.039	+ 1.18	+ 0.016	+ 0.48	— 3.28	— 2.04	— 2.78
	April 29	120	+ 0.043	+ 1.30	+ 0.017	+ 0.51			
	1890								
	April 1	186	+ 0.045	+ 1.36	+ 0.033	+ 1.00	— 2.01	— 1.80	— 0.74
	April 1	186	— 0.031	— 0.94	+ 0.051	+ 1.54			
	April 4	188	— 0.018	— 0.54	+ 0.044	+ 1.33	— 2.17	— 2.77 (2/3)	— 0.67 (2/3)
	April 4	188	— 0.022	— 0.66	+ 0.055	+ 1.66			
							Mittel	— 2.13	— 1.49
β Leonis	1889								
	April 2	111	— 0.042	— 1.27	+ 0.001	+ 0.03	— 1.48	— 2.60 (2/3)	— 1.30 (2/3)
	April 2	111	— 0.032	— 0.97	+ 0.011	+ 0.33			
	April 4	116	+ 0.022	+ 0.66	+ 0.022	+ 0.66	— 1.60	— 1.57	— 1.00
	April 4	116	— 0.020	— 0.60	+ 0.018	+ 0.54			
	1890								
	April 9	191	— 0.005	— 0.15	+ 0.019	+ 0.57	— 1.88	— 2.00	— 0.90
	April 9	191	— 0.003	— 0.09	+ 0.046	+ 1.39			
							Mittel	— 1.99	— 1.04
γ Urs. maj.	1889								
	Mai 24	140	— 0.048	— 1.45	— 0.006	— 0.18	— 2.67	— 3.84	— 2.55
	Mai 24	140	— 0.029	— 0.88	+ 0.014	+ 0.42			
	Juni 1	146	— 0.064	— 1.93	— 0.021	— 0.63	— 2.61	— 4.47	— 2.94
	Juni 1	146	— 0.059	— 1.78	— 0.001	— 0.03			
							Mittel	— 4.16	— 2.75
ε Urs. maj.	1889								
	Mai 23	139	— 0.104	— 3.14	— 0.033	— 1.00	— 2.29	— 4.69	— 2.81
	Mai 23	139	— 0.055	— 1.66	— 0.001	— 0.03			
	Mai 24	141	— 0.080	— 2.41	— 0.046	— 1.39	— 2.29	— 4.80	— 3.47
	Mai 24	141	— 0.086	— 2.60	— 0.032	— 0.97			
							Mittel	— 4.75	— 3.14

Digitized by Google

Stern	Datum	Platten-Nr.	Beob. Vogel: Verschiebung in R.	Beob. Vogel: Bewegung in geogr. Meilen	Beob. Scheiner: Verschiebung in R.	Beob. Scheiner: Bewegung in geogr. Meilen	Reduction auf ⊙	Bewegung rel. zur ⊙: Vogel	Bewegung rel. zur ⊙: Scheiner
ζ Urs. maj.	1889								
	Mai 25	143	— 0.073	— 2.20	— 0.067	— 2.02	— 2.14	— 4.96	— 3.64
	Mai 25	143	— 0.114	— 3.44	— 0.032	— 0.97			
	1890								
	März 13	181	— 0.198	— 5.98	— 0.158	— 4.77	— 0.32	— 5.94	— 4.55
	März 13	181	— 0.174	— 5.25	— 0.122	— 3.68			
	März 15	182	— 0.145	— 4.38	— 0.143	— 4.32	— 0.40	— 3.47	— 4.37
	März 15	182	— 0.058	— 1.75	— 0.120	— 3.62			
	März 29	184	— 0.156	— 4.71	— 0.155	— 4.68	— 0.90	— 5.55	— 5.32
	März 29	184	— 0.152	— 4.59	— 0.138	— 4.16			
	Juli 9	214	— 0.104	— 3.14	— 0.062	— 1.87	— 1.81	— 4.71	— 3.25
	Juli 9	214	— 0.088	— 2.66	— 0.033	— 1.00			
	Juli 13	215	— 0.115	— 3.47	— 0.062	— 1.87	— 1.73	— 4.67	— 3.48
	Juli 13	215	— 0.080	— 2.41	— 0.054	— 1.63			
	Juli 14	216	— 0.078	— 2.35			— 1.71	— 4.50	
	Juli 14	216	— 0.107	— 3.23					
	Sept. 5	217	— 0.100	— 3.02	— 0.095	— 2.87	0.00	— 3.03	— 1.81 (2/3)
	Sept. 5	217	— 0.097	— 2.93	— 0.025	— 0.75			
	Sept. 5	217	— 0.104	— 3.14					
	Sept. 8	218	— 0.151	— 4.56	— 0.066	— 1.99	+ 0.11	— 3.80	— 1.19 (2/3)
	Sept. 8	218	— 0.103	— 3.11	— 0.020	— 0.60			
	Sept. 8	218	— 0.135	— 4.07					
							Mittel	— 4.51	— 3.63
η Urs. maj.	1889								
	Mai 31	145	— 0.089	— 2.69	— 0.055	— 1.66	— 2.19	— 4.65	— 3.35
	Mai 31	145	— 0.074	— 2.23	— 0.022	— 0.66			
	1890								
	April 1	185	— 0.068	— 2.05	— 0.050	— 1.51	— 0.63	— 3.32	— 2.31
	April 1	185	— 0.110	— 3.32	— 0.061	— 1.84			
							Mittel	— 3.99	— 2.83
β Librae	1889								
	Mai 5	130	— 0.053	— 1.60			+ 0.20	— 1.40	
α Coronae	1889								
	Mai 22	136	+ 0.167	+ 5.04			— 0.99	+ 3.10 (1/3)	
	Mai 22	136	+ 0.104	+ 3.14					
	1891								
	Febr. 27	241	+ 0.057	+ 1.72	+ 0.131	+ 3.95	+ 2.52	+ 4.85	+ 5.92
	Febr. 27	241	+ 0.097	+ 2.93	+ 0.094	+ 2.84			
	Febr. 28	242	+ 0.044	+ 1.33 (1)	+ 0.120	+ 3.62	+ 2.50	+ 4.13	+ 6.33 (1/3)
	Febr. 28	242	+ 0.059	+ 1.78 (2)	+ 0.134	+ 4.04			
	März 16	243	+ 0.091	+ 2.75	+ 0.086	+ 2.60	+ 2.05	+ 4.71	+ 5.04
	März 16	243	+ 0.085	+ 2.57	+ 0.112	+ 3.38			
	März 17	245	+ 0.063	+ 1.90	+ 0.063	+ 1.90	+ 2.01	+ 4.05	+ 4.38
	März 17	245	+ 0.072	+ 2.17	+ 0.094	+ 2.84			
	April 24	249	+ 0.092	+ 2.78	+ 0.082	+ 2.47	+ 0.35	+ 3.39	+ 2.99
	April 24	249	+ 0.109	+ 3.29	+ 0.093	+ 2.81			
							Mittel	+ 4.16	+ 4.72
α Ophiuchi	1888								
	Sept. 30	5	+ 0.228	+ 6.88	+ 0.180	+ 5.43	— 3.06	+ 3.01	+ 2.71
	Sept. 30	5	+ 0.188	+ 5.67	+ 0.202	+ 6.10			
	Sept. 30	5	+ 0.188	+ 5.67					

Digitized by Google

Stern	Datum	Platten-Nr.	Beob. Vogel Verschiebung in R.	Beob. Vogel Bewegung in geogr. Meilen	Beob. Scheiner Verschiebung in R.	Beob. Scheiner Bewegung in geogr. Meilen	Reduction auf ⊙	Bewegung rel. zur ⊙ Vogel	Bewegung rel. zur ⊙ Scheiner
	1889								
	Juni 7	151	+ 0.063	+ 1.90	+ 0.075	+ 2.26	+ 0.22	+ 2.32	+ 2.79
	Juni 7	151	+ 0.076	+ 2.29	+ 0.095	+ 2.87			
							Mittel	+ 2.67	+ 2.75
α Lyrae	1888								
	Sept. 28	3	— 0.019	— 0.57	— 0.013	— 0.39	— 1.87	— 2.44	— 2.19
	Sept. 28	3	— 0.019	— 0.57	— 0.008	— 0.24			
	Nov. 11	35	— 0.013	— 0.39	— 0.008	— 0.24	— 1.51	— 2.08	— 1.37 (2/3)
	Nov. 11	35	— 0.025	— 0.75	+ 0.017	+ 0.51			
	Nov. 13	40	— 0.009	— 0.27	— 0.021	— 0.63	— 1.47	— 1.79 (1/2)	— 2.21 (1/3)
	Nov. 13	40	— 0.012	— 0.36	— 0.028	— 0.85			
	1889								
	Mai 31	144	— 0.066	— 1.99	— 0.094	— 2.84	+ 1.03	— 1.38	— 1.96
	Mai 31	144	— 0.080	— 2.41	— 0.104	— 3.14			
	Mai 31	144	— 0.094	— 2.84					
	Juni 6	148	— 0.065	— 1.96	— 0.087	— 2.63	+ 0.86	— 1.31	— 1.67
	Juni 6	148	— 0.079	— 2.38	— 0.081	— 2.43			
	Sept. 15	155	+ 0.004	+ 0.12	+ 0.034	+ 1.03	— 1.76	— 2.16 (1/2)	— 0.55 (1/3)
	Sept. 15	155	— 0.030	— 0.91	+ 0.046	+ 1.39			
	Nov. 24	159	— 0.023	— 0.69	— 0.016	— 0.48	— 1.23	— 2.14 (1/2)	— 1.71 (1/3)
	Nov. 24	159	— 0.037	— 1.12					
	1890								
	Nov. 25	223	— 0.054	— 1.63	— 0.039	— 1.18	— 1.21	— 2.65	— 2.19
	Nov. 25	223	— 0.041	— 1.24	— 0.026	— 0.78			
	Nov. 26	226	— 0.052	— 1.57			— 1.18	— 2.75 (1/4)	
							Mittel	— 2.01	— 1.84
α Aquilae	1888								
	Sept. 27	2	— 0.082	— 2.47	— 0.046	— 1.39	— 3.17	— 5.40	— 4.02
	Sept. 27	2	— 0.066	— 1.99	— 0.010	— 0.30			
	Oct. 31	21	— 0.077	— 2.32	— 0.046	— 1.39	— 3.45	— 5.52	— 4.51 (1/3)
	Oct. 31	21	— 0.060	— 1.81	— 0.024	— 0.72			
	Nov. 5	22	— 0.079	— 2.38	— 0.033	— 1.00	— 3.39	— 5.49	— 4.27
	Nov. 5	22	— 0.060	— 1.81	— 0.025	— 0.75			
							Mittel	— 5.47	— 4.20
α Pegasi	1888								
	Oct. 1	6	+ 0.072	+ 2.17	+ 0.045	+ 1.36	— 1.17	— 0.17	+ 0.70
	Oct. 1	6	+ 0.002	+ 0.06	+ 0.079	+ 2.38			
	Oct. 1	6	+ 0.026	+ 0.78					
	Nov. 12	37	+ 0.131	+ 3.95	+ 0.101	+ 3.05	— 3.28	+ 0.99 (1/3)	— 0.23 (1/3)
	Nov. 12	37	+ 0.152	+ 4.59					
							Mittel	+ 0.12	+ 0.47

α Canis majoris mit Eisenspectrum als Vergleichsspectrum.

Datum	Platten-Nr.	Beob. Vogel Beweg. in geogr. Meilen	Reduction auf ⊙	Bewegung relativ zur ⊙
1891 März 21	246	+ 1.24	— 3.00	— 1.76
März 21	247	+ 1.05	— 3.00	— 1.95
März 22	248	+ 0.87	— 3.01	— 2.14
			Mittel	— 1.95

Digitized by Google

Genauigkeit der Messungen.

Eine flüchtige Betrachtung der obigen Zusammenstellung der Resultate der gemessenen Verschiebungen und der auf die Sonne bezogenen Bewegungen gestattet bereits ein Urtheil über die Uebereinstimmung der Resultate beider Beobachter und über die erreichte Genauigkeit der Messungen; es möge jedoch hier eine etwas eingehendere Untersuchung über die wahrscheinlichen Fehler und über etwa auftretende persönliche Differenzen Platz finden. Ich gebe im Folgenden die Fehler der Verschiebungsmessungen in Millimetern und, zur Beurtheilung der Endresultate, den entsprechenden Fehler in der Ableitung der Geschwindigkeit in geographischen Meilen. Die Angaben habe ich in Millimetern und nicht in Schraubenumdrehungen gemacht, um die ausserordentliche Kleinheit der Grössen, um die es sich hier handelt, und die wohl an der Grenze dessen liegen, was bei nie ganz scharf begrenzten, sondern immer mehr oder weniger verwaschenen Objecten sich erreichen lässt, in einem bekannten Masse vor Augen zu führen.

Die nach beiden Messmethoden gewonnenen Resultate werden getrennt behandelt.

Erste Messmethode.

Bildet man zunächst für jeden Stern mit Ausschluss von γ Andromedae, bei dessen Spectrum infolge der Lichtschwäche eine aussergewöhnlich starke Verschiedenheit der Auffassung vorliegt, die Differenzen der Endwerthe im Sinne Vogel — Scheiner, so ergiebt sich im Mittel aus 19 Sternen $+ 0.063$ Meilen mit einem w.F. $= \pm 0.046$. Die Anzahl der Einzelbeobachtungen ist hier nicht berücksichtigt; führt man dieselbe ein und giebt den Differenzen Gewichte proportional den Wurzeln aus der Anzahl der gemessenen Platten und nicht der Anzahl selbst, um die meist besser zu messenden, öfter beobachteten Sterne nicht zu sehr zu bevorzugen, so erhält man den Betrag V. — S. $= + 0.073$ Meilen ± 0.045. Diese persönliche Differenz ist so gering ($\overset{mm}{0.0006}$) und ihr Werth noch so unsicher, dass derselben keine Bedeutung beizumessen ist.

Der wahrscheinliche Fehler der einzelnen Differenz ergiebt sich zu ± 0.198 Meilen, und unter Voraussetzung gleicher Genauigkeit bei beiden Beobachtern folgt für den wahrscheinlichen Fehler für einen Beobachter $\pm \frac{0.198}{\sqrt{2}} = \pm 0.140$ Meilen. Da durchschnittlich 3.3 Platten auf einen Stern kommen, kann man für den wahrscheinlichen Fehler in der Geschwindigkeitsbestimmung aus einer Platte für einen Beobachter annehmen: ± 0.254 Meilen. Es entspricht derselbe einer Unsicherheit in der Verschiebungsmessung von $\pm \overset{mm}{0.0021}$.

Es ist befremdend, dass bei Beobachtungen an Objecten von schwieriger Auffassung sich ein constanter Unterschied zwischen zwei Beobachtern nicht deutlicher aussprechen sollte, und ich habe, um zu ermitteln, ob derselbe nicht etwa nur in den Endresultaten nahezu verschwindet, die Messungen an den einzelnen Platten mit einander verglichen und ausserdem die Beobachtungen nach der Grösse der direct gemessenen Verschiebung geordnet, von dem Gedanken ausgehend, dass eine Verschiedenheit der Auffassung wohl hauptsächlich bei der künstlichen $H\gamma$-Linie zu suchen sein würde, deren Aussehen an der Stelle, wo sie das Sternspectrum durchsetzt, durch ihre Lage im Spectrum verändert wird. Ich habe schon oben (Seite 36) von den Ausbiegungen gesprochen, welche die künstliche

Digitized by Google

$H\gamma$-Linie, wenn sie nicht kräftig ist, zuweilen erfährt, sowie von den einseitigen Silberablagerungen an derselben. Diese werden dadurch bedingt, dass die meist innerhalb der etwas breiter als die anderen Linien im Sternspectrum erscheinenden Wasserstofflinie gelegene künstliche Linie, je nach der Grösse und der Richtung der Verschiebung auf der einen oder anderen Seite das im Negativ dunkel erscheinende continuirliche Spectrum berührt oder theilweise überdeckt, oder, bei grösserer Verschiebung, auf die nächste durch eine Linie hervorgerufene Lücke im Spectrum trifft. Der hierdurch entstehende, beiden Beobachtern gemeinschaftliche Fehler ist als ein zufälliger zu betrachten; constante Differenzen zwischen den Messungen der beiden Beobachter könnten nur dadurch entstanden sein, dass der eine Beobachter das Augenmerk mehr auf die künstliche Linie ausserhalb des Spectrums, der andere mehr auf das im Sternspectrum gelegene Stück der Linie gerichtet hätte. Die Untersuchung ergiebt Folgendes:

Anzahl der Platten	Bewegung in Meilen	V. — S. (Meilen)	w. F. (Meilen)
8	über + 4	— 0.320	± 0.102
11	+ 4 bis + 2	— 0.231	± 0.110
20	+ 2 » 0	+ 0.127	± 0.051
10	0 » — 2	+ 0.130	± 0.105
7	— 2 » — 4	+ 0.510	± 0.092
3	über — 4	+ 0.383	± 0.292

Diese Zahlen zeigen, von der positiven Bewegung zur negativen fortschreitend, einen deutlichen Gang, der den oben gemachten Voraussetzungen über die Ursache der persönlichen Differenzen entspricht. Wenn die Theilbeträge dieser Differenzen für jeden der beiden Beobachter bekannt wären, würde man für jede Platte eine nach Grösse und Richtung der Bewegung bestimmte Correction anbringen können. Dafür sind aber keine genügenden Anhaltspunkte vorhanden. Für den Fall, dass beide Beobachter den gleichen Fehler im umgekehrten Sinne machten, würde im Mittel jeder Einfluss der Differenzen fortfallen; im Allgemeinen wird auch, wenn der persönliche Unterschied nicht auf beide Beobachter gleichmässig vertheilt ist, ein Einfluss desselben auf das Endresultat nur nach Massgabe der im Mittel resultirenden persönlichen Differenz + 0.073 Meilen stattfinden, da bei den mehrfach beobachteten Sternen die Geschwindigkeiten im Visionsradius infolge der hinzutretenden Erdbewegung ziemlich stark differiren.

Der wahrscheinliche Fehler für eine Platte lässt sich nun auch aus der Abweichung der Resultate der Messungen an den einzelnen Platten gegen den Mittelwerth für einen jeden Beobachter direct ableiten. Ich habe hierzu nicht alle Sterne benutzt, sondern nur diejenigen, von denen mindestens 4 Aufnahmen vorhanden sind; es sind dies α Tauri, α Aurigae, α Ursae majoris, α Bootis, β Ursae minoris und α Cygni.

Als wahrscheinlicher Fehler der Messungen auf einer Platte ergiebt sich:

Stern	Beobachter Vogel	Beobachter Scheiner
α Tauri	± 0.258 Meilen	± 0.266 Meilen
α Aurigae	± 0.253	± 0.349
α Ursae majoris	± 0.168	± 0.246
α Bootis	± 0.114	± 0.309
β Ursae minoris	± 0.238	± 0.184
α Cygni	± 0.289	± 0.386

Digitized by Google

Im Mittel folgt für V. der w.F. $= \pm$ 0.220 Meilen, für S. der w.F. $= \pm$ 0.290 Meilen. Der Mittelwerth ist in sehr guter Uebereinstimmung mit dem oben gefundenen Werthe, dagegen ist der w.F. bei S. nicht unerheblich grösser als bei V. Zur Aufklärung dieses Unterschiedes ist es erforderlich, die Messungsgenauigkeit beider Beobachter zu ermitteln. Es kann dies sowohl aus der Vergleichung der bei den einzelnen Messungen gegebenen Werthe der Δ_r, d. i. der mittelst Rechnung auf gleiche Dispersion mit dem Sonnenspectrum gebrachten Lagenunterschiede von Sonnen- und Sternspectrum für die einzelnen Linien, als auch durch directe Bestimmung des Pointirungsfehlers geschehen.

Aus der Vergleichung der Δ_r bei den schon benutzten Sternen, mit Ausnahme der Beobachtungen von α Cygni, die unvollständig sind, und unter Zufügung der Messungen an α Arietis, ergeben sich folgende wahrscheinliche Fehler:

	V.	S.
	mm	mm
α Tauri	± 0.0022	± 0.0030
α Aurigae	± 0.0023	± 0.0030
α Arietis	± 0.0042	± 0.0023
α Ursae majoris	± 0.0023	± 0.0032
α Bootis	± 0.0023	± 0.0018
β Ursae minoris	± 0.0025	± 0.0023
Mittel	± 0.00263	± 0.00260
(entsprechend	± 0.317 Meilen	± 0.314 Meilen).

Die Messungsgenauigkeit beider Beobachter ist also die gleiche. Auch aus der Ermittelung der Pointirungsfehler ergiebt sich kein Unterschied in der Genauigkeit.

Wie schon hervorgehoben, sind die Messungen von Scheiner und mir völlig unabhängig von einander angestellt worden; es bestand weder eine Verabredung über die zu benutzenden Linien im Sternspectrum, noch über die Anzahl der zu messenden Linien, indem in letzterer Beziehung nur festgesetzt war, dass, wenn irgend möglich, die Zahl nicht unter 4 liege. Nun habe ich selbst meist 6 oder noch mehr Linien benutzt, während Scheiner die Zahl 6 nie überschritten hat, von der Ansicht ausgehend, dass der Gewinn an Genauigkeit durch die grössere Zahl der zur Messung zugezogenen Linien infolge der durch den grösseren Abstand derselben von der Mitte bedingten Fehlerquellen compensirt werde. Die w.F. der Mittelwerthe der Δ_r, deren Genauigkeit von der Anzahl der gemessenen Linien abhängt, sind für V. $\pm$ 0.00098, für S. $\pm$ 0.00125; sie verhalten sich ähnlich, wie die oben abgeleiteten wahrscheinlichen Fehler. Die Differenz der w.F. zwischen beiden Beobachtern ist also bis zu einem gewissen Grade mit Sicherheit auf die verschiedene Anzahl der benutzten Linien zurückzuführen, und es ergiebt sich weiter hieraus, dass die durch die Hinzuziehung von Linien in grösserem Abstande von der $H\gamma$-Linie befürchteten Fehlerquellen sich nicht bemerkbar gemacht haben.

Aus dem oben abgeleiteten w.F. für die aus einer Linie im Mittel aus je 4 Messungen bestimmte Differenz Δ_r beider Spectra (Sonne — Stern) war $\varepsilon = \pm$ 0.00262 gefunden worden; im Mittel aus den Messungen an 4 Linien ist der w.F. für die Lagendifferenz also $\frac{\varepsilon}{\sqrt{4}} = \varepsilon_1$. Für die Differenz $H\gamma \odot$ — K. L. ist ein kleinerer Werth anzunehmen, da diese Differenz das Mittel aus 6 bis 8 Einzelmessungen ist, auch die Einstellung auf beide Objecte sich sicherer ausführen lässt als im Allgemeinen auf die Sternlinien und die feineren Linien des Sonnenspectrums. Verkleinert man den Werth von ε im Verhältniss $\sqrt{8} : \sqrt{4}$, so ergiebt sich $\varepsilon_2 = \pm$ 0.00184, und der w.F. der aus beiden Differenzen erhaltenen Verschiebung ist $= \sqrt{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2} = \pm$ 0.00225, entsprechend $\pm$ 0.272 Meilen.

Digitized by Google

Er steht in vollkommener Uebereinstimmung mit dem oben aus den Resultaten der Messungen an den einzelnen Platten abgeleiteten Werthe.

Anders verhält es sich, wenn man den w.F. für die Messung an einer Platte aus den Pointirungsfehlern für die einzelnen Linien berechnet. Im Mittel aus zahlreichen Beobachtungen an mehreren Platten von 7 verschiedenen Sternen hat sich für den Pointirungsfehler ergeben:

	V.	S.
Auf Linien im Sternspectrum	$\pm$ 0.0020 mm	$\pm$ 0.0015 mm
» » » Sonnenspectrum . . .	$\pm$ 0.0014	$\pm$ 0.0012
Auf die $H\gamma$-Linie im Sonnenspectrum	$\pm$ 0.0010	$\pm$ 0.0009
» » künstliche $H\gamma$-Linie	$\pm$ 0.0015	$\pm$ 0.0017

Die Fehler, unter sich verglichen, entsprechen völlig den Vermuthungen; sie sind grösser bei den etwas verwascheneren Linien des Sternspectrums als bei den schärferen des Sonnenspectrums, bei letzterer wieder etwas grösser als bei der am besten zu messenden starken $H\gamma$-Linie im Sonnenspectrum. Mit Zugrundelegung dieser Zahlen berechnet sich nun der w.F. für eine Platte zu $\pm$ 0.00129 mm, entsprechend $\pm$ 0.156 Meilen, also etwa nur halb so gross, wie er nach den anderen Bestimmungen gefunden wurde. Die Sicherheit des Endresultats ist also, wie zu erwarten war, infolge der verschiedenen Auffassung bei verschiedenen Linien in den beiden Spectren Sonne und Stern nicht unwesentlich geringer, als aus dem Fehler der Pointirungen auf die einzelne Linie gefolgert werden kann.

Zweite Messmethode.

Die Vergleichung der Endresultate für die Geschwindigkeiten der Sterne, nach der zweiten Methode abgeleitet, ergiebt zwischen Vogel und Scheiner einen sehr deutlich ausgesprochenen Unterschied, und zwar sind die positiven Werthe bei V. kleiner als bei S., während die negativen sich umgekehrt verhalten. Im Mittel ergiebt sich aus 23 Sternen (γ Cassiopejae ist wegen des anderen Charakters der $H\gamma$-Linie ausgeschlossen worden) die persönliche Differenz V. — S. = — 0.552 Meilen $\pm$ 0.086. Führt man Gewichte ein und nimmt dieselben wie früher proportional den Wurzeln aus der Anzahl der gemessenen Platten für jeden Stern an, so folgt V. — S. = — 0.498 Meilen $\pm$ 0.079. Der erheblich grössere Betrag dieser Differenz gegenüber der entsprechenden bei den nach der ersten Methode gemessenen Spectren legt den Gedanken nahe, die Ursache in denjenigen Factoren zu suchen, durch welche sich beide Messmethoden wesentlich von einander unterscheiden. Während bei der ersten Methode lediglich die Einstellung auf Linien erfolgt, deren Breite sich von der des Mikrometerfadens nicht sehr unterscheidet, wird bei der zweiten Methode der Faden auf verhältnissmässig breite Streifen, mit denen die breite Wasserstofflinie im Sternspectrum gedeckt wird, eingestellt, und die Vermuthung, dass in der verschiedenen Auffassung der Mitte des Streifens von mir und Scheiner die grosse Differenz zu suchen sei, hat sich bestätigt. Es zeigte sich, dass die Scheiner'sche Einstellung auf die Mitte des breitesten (0.207 mm), häufig benutzten Streifens meines Dafürhaltens nicht richtig war, dass er den Faden zu weit über die Mitte hinaus eingestellt hatte, während Scheiner meine Einstellungen im entgegengesetzten Sinne für unrichtig hielt. Eine genauere Ermittelung dieses Auffassungsunterschiedes liess sich sehr leicht anstellen, da die Verschiedenheit der Augen beider Beobachter so gering ist, dass ohne Ocularverstellung von V. und S. beobachtet werden konnte. Als Differenz ergab sich aus mehreren Beobachtungen ein Werth, der in Bezug auf den Sinn und auch auf die Grösse mit dem aus den Beobachtungen abgeleiteten Unterschied der Geschwindigkeiten übereinstimmte.

Digitized by Google

Nachdem so die Ursache der Differenz mit Sicherheit ermittelt war, wurde der absolute Betrag derselben durch genauere Messungen für jeden Beobachter dadurch zu bestimmen gesucht, dass ein Reversionsprisma auf das Ocular des Mikroskops aufgesetzt wurde. Die dadurch hervorgebrachte Umkehr des Bildes liess den constanten Fehler in der Auffassung der Mitte bei beiden Beobachtern in höchst auffälliger Weise erkennen, da der Fehler der Einstellung hierbei in doppeltem Betrage erscheint. Eine vorher als vollkommen richtig taxirte Einstellung des Fadens auf die Mitte des Streifens erschien nach der Drehung des Prismas durchaus unrichtig, bei Vogel war der Unterschied geringer als bei Scheiner. Die nach dieser Methode aus einer grossen Anzahl von Einstellungen ermittelte Correction ist für den breitesten Streifen für den Beobachter V. $= +\overset{mm}{0.0014}$, für S. $= -\overset{mm}{0.0042}$.

Mit abnehmender Breite der Linien verringert sich auch der Betrag der fehlerhaften Auffassung; er wird verschwindend bei feinen Linien. Bei einem vielfach zur Deckung benutzten Streifen von $\overset{mm}{0.114}$ ergeben die Messungen mit dem Reversionsocular die Correction für V. $= +\overset{mm}{0.0009}$, für S. $= -\overset{mm}{0.0027}$. Bei dem vorhin erwähnten breitesten Streifen beträgt die Gesammtdifferenz V. — S. $= -\overset{mm}{0.0056}$, bei dem zweiten $-\overset{mm}{0.0036}$, im Mittel also $-\overset{mm}{0.0046}$, entsprechend — 0.56 Meilen. Diese beiden Streifen sind nun am meisten bei den Beobachtungen angewandt worden, und die Uebereinstimmung mit der aus der Vergleichung der von beiden Beobachtern gefundenen Endwerthe für die Geschwindigkeiten sich ergebenden constanten Differenz kann nicht besser gedacht werden.

Auch das Verhältniss der Differenzen für die Beobachter 1 : 3 scheint unverändert zu bestehen, und da nun bei den Beobachtungen die Regel befolgt worden ist, die Platten stets so unter das Mikroskop zu legen, dass Roth rechts, im Sinne steigender Schraubenablesungen erscheint, lässt sich die gefundene constante Differenz V. — S. = — 0.50 Meilen in dem Verhältniss 1 : 3 vertheilt an die Beobachtungen von V. und S. anbringen, und zwar müssen die $\left\{\begin{matrix}\text{positiven}\\\text{negativen}\end{matrix}\right\}$ Bewegungen bei V. um 0.12 Meilen $\left\{\begin{matrix}\text{vergrössert}\\\text{verkleinert}\end{matrix}\right\}$, bei S. um 0.38 Meilen $\left\{\begin{matrix}\text{verringert}\\\text{vergrössert}\end{matrix}\right\}$ werden. Ich bemerke noch, dass der hier nachträglich ermittelte Fehler sich eliminiren lässt, wenn die Beobachtungen so angestellt werden, dass die Lage der Platte bei der zweiten Messungsreihe entgegengesetzt wie bei der ersten ist.

Unter Berücksichtigung der constanten Differenz V. — S. = — 0.50 Meilen ergiebt sich im Durchschnitt der w.F. einer Bewegungsbestimmung für V. oder S. $= \pm$ 0.269 Meilen, also fast doppelt so gross als nach der ersten Messmethode. Da durchschnittlich 3.6 Platten auf einen Stern kommen, kann man für den w.F. in der Bestimmung aus einer Platte für einen Beobachter annehmen: $\pm$ 0.511 Meilen.

Es entspricht dieser w.F. einer linearen Verschiebung auf der Platte von $\overset{mm}{0.0042}$. Die Berechnung des entsprechenden w.F. aus den Resultaten der einzelnen Platten für jeden Beobachter aus fünf Sternen, von denen mindestens je 4 Aufnahmen vorliegen, nämlich δ Orionis, β Aurigae, γ Geminorum, α Lyrae, α Canis majoris, ergiebt

$$\text{für V. w.F.} = \pm 0.373, \quad \text{für S. w.F.} = \pm 0.406 \text{ Meilen.}$$

Im Mittel folgt für den w.F. für beide Beobachter $\pm$ 0.390 Meilen. Dieser Werth ist beträchtlich geringer als der oben gefundene, und es spielt daher bei den nach der zweiten Methode gemessenen Spectren der Auffassungsunterschied der Beobachter bei derselben Platte eine wesentliche Rolle, auch nach Berücksichtigung des als constant aufzufassenden Gliedes. Wenn man jedoch die Schwierigkeit bedenkt, die in der Auffassung der Mitte der diffusen und breiten Wasserstofflinien liegt, so darf die grössere Unsicherheit wohl kaum befremden, und es ist der Betrag der Unsicherheit thatsächlich viel kleiner ausgefallen, als er von mir a priori angenommen wurde.

Digitized by Google

Der Fehler bei der Deckung der Wasserstofflinien im Stern durch den Streifen lässt sich nicht ermitteln, da wir häufig die Praxis befolgt haben, den Streifen nicht immer auf die Mitte einzustellen, sondern auch Einstellungen auf die möglichst extremen Lagen nach beiden Seiten hin vorzunehmen. Ferner ist eine eingehendere Untersuchung über etwaige Unterschiede zwischen den Messungen mit schwacher und starker Vergrösserung wegen der Grösse der restirenden Unsicherheit unterblieben; dagegen hat eine Vergleichung der beiden Messungen, die programmmässig zu verschiedenen Zeiten an ein und derselben Platte stattgefunden haben, zu folgenden Werthen für den wahrscheinlichen Fehler einer einmaligen Messungsreihe an einer Platte geführt:

$$V. = \pm 0.437 \text{ Meilen}; \quad S. = \pm 0.350 \text{ Meilen}.$$

Der Fehler ist kleiner als der aus der Vergleichung der Resultate beider Beobachter abgeleitete und lässt darauf schliessen, dass Wiederholungen der Messungen an ein und derselben Platte wohl zur Erreichung grösserer Genauigkeit beitragen, dass aber bald eine Grenze durch die in der Auffassung der Wasserstofflinie eintretende Constanz gegeben ist.

Die Genauigkeit, welche den Beobachtungen der Linienverschiebung bei Anwendung des Eisenspectrums gegeben werden kann, ist jedenfalls grösser, als aus den auf Seite 80 ff. angeführten Beobachtungen hervorgeht, da die Linien im Siriusspectrum so überaus fein und zart sind, dass die Einstellung des Mikrometerfadens nicht mit der Sicherheit erfolgen kann, wie bei den etwas breiteren und stärkeren Linien anderer Sternspectra, und da die Aufnahmen vom 21. und 22. März 1891 in Beziehung auf die feinen Linien gerade nicht zu den besten gehören, die bisher erhalten worden sind. Besser geeignet dürfte α Cygni sein, in dessen Spectrum die Fe-Linien kräftiger erscheinen.

Der nicht zu unterschätzende Vortheil der Methode besteht hauptsächlich darin, dass jede Linie, verglichen mit der entsprechenden des künstlichen Spectrums, eine Bewegungsbestimmung für sich giebt und dadurch die einzelne Platte mehr Werth erhält, indem man wie bei der Methode, die ich vorzugsweise bei den Spectren der zweiten Spectralclasse angewandt habe, durch Messung an mehreren Linien frei wird von zufälligen Unregelmässigkeiten in der photographischen Schicht. Die Beobachtungen erfordern freilich auch einen viel grösseren Aufwand von physikalischem Apparat und eine sorgfältigere Justirung der Elektroden, damit der Funke möglichst genau in der optischen Axe des Fernrohrs überschlägt, während die Befestigung der Geissler'schen Wasserstoffröhre rechtwinklig zur optischen Axe durchaus nicht mit äusserster Exactheit ausgeführt zu werden braucht, wenn der Röhre ausserdem die Stellung rechtwinklig auf die Richtung des Spaltes gegeben wird.

Auch für die Sterne des zweiten Spectraltypus dürfte es sich empfehlen, das Eisenspectrum als Vergleichsspectrum zu benutzen: doch ist bei diesen linienreichen Spectren leichter eine Verwechselung zwischen Sternlinie und der entsprechenden künstlichen Linie denkbar als bei den Sternen der ersten Spectralclasse, die ausser den Wasserstofflinien vorzugsweise nur Eisenlinien zeigen, und es ist daher grosse Vorsicht bei der Wahl der Linien nöthig. Diese Vorsicht mag sich auch darauf erstrecken, zur Vergleichung nicht eng stehende Doppellinien von sehr ungleichen Componenten zu wählen, da ich gefunden habe, dass bei der photographischen Aufnahme von Emissionsspectren eine asymmetrische Verbreiterung bei sehr eng stehenden Doppellinien eintritt, in dem Sinne, dass bei längerer Exposition die Mitten der photographirten Linien weiter aus einander rücken, indem die Ausscheidung von Silber an den äusseren Rändern der Linien stärker ist als zwischen den Linien. Bei gleichen Componenten ist diese Eigenthümlichkeit der photographischen Platten unschädlich, wenn man die Messungen auf die Mitte der Doppellinien bezieht. Ein ganz ähnliches Verhalten, wie bei

Digitized by Google

den Emissionsspectren, ist auch bei den Absorptionsspectren, vielleicht aber in geringerem Masse, zu erwarten, und in der That hat sich, wie ich auch schon oben erwähnt habe, bei den zahlreichen Messungen in den linienreichen Spectren der Sterne vom zweiten Typus gezeigt, dass stärkere Abweichungen am häufigsten bei engen Doppellinien von ungleichen Componenten anzutreffen sind, so dass es geboten erscheint, bei der Messung immer möglichst isolirt stehende Linien zu benutzen. Es mag auch hierin zum grossen Theil begründet sein, dass grosse Abweichungen zwischen den Messungen an stark überexponirten Spectren im Vergleich zu normal exponirten stattfinden.

Die Uebereinstimmung der nach drei von mir nach verschiedenen Methoden der Messung erhaltenen Resultate für die Geschwindigkeit von Sirius:

I. Messmethode	— 1.60	geogr. Meilen
II. »	— 1.91 *)	»
Vergleichsspectrum Fe . .	— 1.95	»

kann gewiss als eine recht befriedigende bezeichnet werden.

Ermittelung periodischer Geschwindigkeitsänderungen.

I. *β Persei* (Algol).

Die Hypothese, dass der Lichtwechsel Algols durch den Vorübergang eines relativ dunklen Begleiters hervorgebracht werde, hat durch die spectroskopischen Beobachtungen eine grosse Stütze gewonnen, indem zu den verschiedensten Zeiten der Lichtphasen Algols keinerlei Veränderungen im Spectrum zu erkennen gewesen sind. Die zweite über Algol aufgestellte Hypothese, dass die periodische Abschwächung durch Rotation eines leuchtenden Körpers zu erklären sei, auf dessen Oberfläche sich sonnenfleckenartige Abkühlungsproducte unregelmässig vertheilt befänden, konnte deshalb nicht mehr aufrecht erhalten werden. Es lag nun der Gedanke nahe, bei der Annahme einer binären Natur Algols eine periodische Bewegungsänderung der sichtbaren Componente mit Hülfe spectroskopischer Beobachtungen zu finden, zumal aus der erheblichen Lichtabnahme zur Zeit des Minimums und aus dem Verlauf der Lichtcurve abzuleiten war, dass in Bezug auf Grösse und damit wahrscheinlich auch auf Masse beide Sterne nicht zu sehr von einander abweichen könnten und infolge dessen der Schwerpunkt des Systems ausserhalb des leuchtenden Körpers gelegen sei.

Im Jahre 1873 hatte ich in Bothkamp eine Beobachtung angestellt**), die aber zu keinem bestimmten Resultate führte und nur so viel ergab, dass die Bewegung Algols im Visionsradius im Vergleich zu der Bewegung anderer Sterne nicht auffallend gross sei. Ich habe später keine Gelegenheit gehabt, die Beobachtungen wieder aufzunehmen, doch ist Algol in Greenwich häufig spectroskopisch beobachtet worden; der Versuch, eine Bahnbewegung abzuleiten, ist aber unterblieben.

Die ersten, im Winter 1888/89 hier ausgeführten spectrographischen Aufnahmen liessen schon Veränderungen in der Bewegung erkennen, und durch weitere Beobachtungen vom November 1889 wurde dann die Thatsache, dass Algol vor einem Minimum sich von der Sonne entfernt, nach dem Minimum derselben sich nähert, wie das der Fall sein muss, wenn Algol sich mit einem dunklen Begleiter um einen zwischen beiden Körpern gelegenen Schwerpunkt bewegt, zweifellos festgestellt.

Das Spectrum Algols gehört der ersten Spectralclasse an; die Wasserstofflinie $H\gamma$ ist breit, hat aber ein recht gut ausgesprochenes Intensitätsmaximum; trotzdem boten die ersten Messungen

*) Der auf Seite 101 gegebene Mittelwerth nach Abzug einer constanten Differenz (s. Seite 109).

**) Berichte der Königl. Sächsischen Gesellsch. d. Wissensch. 12. Dec. 1873.

Digitized by Google

grosse Schwierigkeiten. Die nach der oben ausführlicher beschriebenen zweiten Messmethode durch Deckung mit Drähten erhaltenen Bewegungsbestimmungen sind folgende gewesen:

Mittl. Zeit Potsdam	Beob. Bewegung gegen Erde in Meilen			Reduction auf ⊙	Bewegung red. auf nächste Quadratur
	Vogel	Scheiner	Mittel		
1888 Dec. 4 6^h6	— 3.9	— 6.1	— 5.0	— 1.2	— 7.1 ($\frac{1}{2}$)
1889 Jan. 6 5.7	+ 6.7	+ 7.1	+ 6.9	— 3.0	+ 4.3
» 9 5.5	+ 7.0	+ 7.9	+ 7.5	— 3.1	+ 4.5
Nov. 13 9.3	— 5.7	— 5.4	— 5.6	+ 0.2	— 5.7
» 23 9.0	+ 5.4	+ 7.0	+ 6.2	— 0.5	+ 6.5
» 26 8.5	+ 6.0	+ 7.5	+ 6.8	— 0.7	+ 6.2 ($\frac{1}{2}$)

Im Mittel aus den auf die Quadratur reducirten Bewegungen folgt hieraus: Bewegung vor dem Minimum + 5.3, nach dem Minimum — 6.2 geogr. Meilen. Für die Translationsbewegung des Systems in der Gesichtslinie würde hiernach — 0.5 Meilen, für die Maximalgeschwindigkeit des sichtbaren Sterns in der Bahn 5.7 Meilen und für seinen Abstand vom Schwerpunkt 225 000 Meilen anzunehmen sein. Meine anfänglich gehegten Erwartungen, dass sich durch fortgesetzte Beobachtungen weitere Details in Bezug auf die Bahn ermitteln lassen würden, musste ich aufgeben, da die Erfahrung an helleren Sternen der ersten Spectralclasse gelehrt hatte, dass trotz der Verbesserung der Messmethoden und trotz der grösseren Uebung bei der Messung die Genauigkeit doch unter der Grenze bleiben würde, die für die Ermittelung kleiner Bewegungsdifferenzen, wie sie bei einer elliptischen Bahn zu erwarten ständen, ausreichend gewesen wäre. Mit einem lichtstärkeren Instrumente wird sich mehr erreichen lassen, besonders durch Anwendung des Eisenspectrums und Anschluss der Eisenlinien an die im Algolspectrum sehr gut ausgeprägte Magnesiumlinie Wellenlänge 448 $\mu\mu$ und an die Linie Wellenlänge 447 $\mu\mu$, die auch in den Orionsternen auftritt.

Zu den oben mitgetheilten Aufnahmen sind noch weitere 7 hinzugefügt, von denen jedoch eine (Nr. 221) nicht zu den Messungen verwendet werden konnte, da sie infolge starker Nachschwärzung mit Quecksilberchlorid nachträglich verdorben ist. Die ersten 6 Platten sind von mir und Dr. Scheiner nochmals, nach Vollendung sämmtlicher Messungen an den anderen Sternen, also nach reicher Erfahrung und grosser Uebung, nach den für die Ausmessung der Sterne nach der zweiten Messmethode gegebenen Regeln gemessen worden. Im Folgenden sind alle 12 Beobachtungen an Algol in der auf Seite 71 angegebenen Form zusammengestellt.

Beobachter: Vogel.

Datum	Mittlere Zeit Potsdam	Platten-Nr.	Verschiebung	Mittel	Bemerkungen
1888 Dec. 4	6^h63	50	— $0^R.124$	— $0^R.124$	Spectrum breit und matt, nicht leicht zu messen; nur mit schwacher Vergrösserung gemessen.
			— 0.136	— 0.136	
1889 Jan. 6	5.67	86	+ 0.237	+ 0.230	Gut zu messende Platte.
			+ 0.223		
			+ 0.198	+ 0.208	
			+ 0.218		

Digitized by Google

Datum	Mittlere Zeit Potsdam	Platten-Nr.	Verschiebung	Mittel	Bemerkungen
1889 Jan. 9	$5^h.50$	88	$+ 0^R.302$	$+ 0^R.304$	Auffassung etwas erschwert, da ein feines Pünktchen in der Nähe der $H\gamma$-Linie stört.
			+ 0.306		
			+ 0.294	+ 0.281	
			+ 0.267		
1889 Nov. 13	9.33	156	— 0.187	— 0.183	Sehr gute Aufnahme; sichere Messung, besonders mit starker Vergrösserung.
			— 0.178		
			— 0.182	— 0.195	
			— 0.208		
1889 Nov. 23	9.00	157	+ 0.177	+ 0.171	Sehr gute Aufnahme; ausgezeichnet sicher zu messen.
			+ 0.150		
			+ 0.187		
			+ 0.206	+ 0.211	
			+ 0.216		
1889 Nov. 26	8.50	161	+ 0.232	+ 0.216	Gut zu messen; künstliche Linie etwas stark.
			+ 0.199		
			+ 0.203	+ 0.193	
			+ 0.183		
1889 Dec. 21	6.00	162	— 0.062	— 0.063	Mit Vorsicht gut zu messen.
			— 0.064		
			— 0.082	— 0.072	
			— 0.062		
1890 Jan. 1	5.75	163	— 0.084	— 0.087	Nicht leicht zu messen, da die künstliche Linie etwas breit ist; etwas überexponirt. Mit starker Vergrösserung sicher zu messen.
			— 0.089		
			— 0.100	— 0.092	
			— 0.083		
1890 Jan. 3	5.50	164	+ 0.186	+ 0.186	Ausgezeichnete Aufnahme. Bei starker Vergrösserung Messung am sichersten.
			+ 0.185		
			+ 0.181	+ 0.178	
			+ 0.175		
1890 Sept. 13	10.83	219	— 0.324	— 0.324	Nicht leicht zu messen; Spectrum matt; künstliche Linie sehr matt. Das erste Mal nur mit schwacher Vergrösserung gemessen.
			— 0.312	— 0.323	
			— 0.333		
			— 0.323		
1890 Oct. 13	9.75	220	+ 0.113	+ 0.112	Etwas mattes Spectrum, aber gut zu messen.
			+ 0.111		
			+ 0.094	+ 0.096	
			+ 0.097		
1891 März 17	9.50	244	+ 0.238	+ 0.263	Spectrum zart; $H\gamma$-Linie im Stern sehr breit und nicht leicht aufzufassen.
			+ 0.288		
			+ 0.284	+ 0.282	
			+ 0.279		

Digitized by Google

Beobachter: Scheiner.

Datum	Mittlere Zeit Potsdam	Platten-Nr.	Verschiebung	Mittel	Bemerkungen
1888 Dec. 4	$6^h.63$	50	$-0^R.150$	$-0^R.150$	Spectrum sehr matt; Messung unsicher; nur mit schwacher Vergrösserung gemessen.
			-0.103	-0.103	
1889 Jan. 6	5.67	86	$+0.242$	$+0.265$	Gut zu messen.
			$+0.287$		
			$+0.256$	$+0.258$	
			$+0.260$		
1889 Jan. 9	5.50	88	$+0.322$	$+0.310$	Gute Platte; bei schwacher Vergrösserung schwieriger zu messen.
			$+0.297$		
			$+0.326$	$+0.304$	
			$+0.282$		
1889 Nov. 13	9.33	156	-0.161	-0.158	Sehr sichere Messung, obgleich die künstliche Linie sehr schwach ist.
			-0.154		
			-0.153	-0.155	
			-0.156		
1889 Nov. 23	9.00	157	$+0.163$	$+0.186$	Gute Aufnahme, doch nicht leicht zu messen.
			$+0.209$		
			$+0.210$	$+0.195$	
			$+0.180$		
1889 Nov. 26	8.50	161	$+0.184$	$+0.189$	Sehr gute Aufnahme, gut zu messen.
			$+0.194$		
			$+0.180$	$+0.186$	
			$+0.191$		
1889 Dec. 21	6.00	162	-0.034	-0.034	Sehr gute Aufnahme; Verschiebung sehr gering.
			-0.033		
			-0.040	-0.035	
			-0.030		
1890 Jan. 1	5.75	163	-0.084	-0.082	Gute Platte.
			-0.079		
			-0.076	-0.081	
			-0.086		
1890 Jan. 3	5.50	164	$+0.193$	$+0.192$	Recht gut zu messende Aufnahme.
			$+0.191$		
			$+0.194$	$+0.196$	
			$+0.197$		
1890 Sept. 13	10.83	219	-0.263	-0.271	Matte Aufnahme; künstliche Linie sehr schwach. Schwierig zu messen.
			-0.279		
			-0.282	-0.278	
			-0.273		

Digitized by Google

Datum	Mittlere Zeit Potsdam	Platten-Nr.	Verschiebung	Mittel	Bemerkungen
1890 Oct. 13	$9^h.75$	220	+ $0^R.072$ + 0.086	+ $0^R.079$	Künstliche Linie matt; Messung schwierig und nicht recht sicher.
			+ 0.083 + 0.075	+ 0.079	
1891 März 17	9.50	244	+ 0.245 + 0.245	+ 0.245	Spectrum etwas matt; $H\gamma$-Linie im Stern breit. Messung nicht leicht.
			+ 0.268 + 0.254	+ 0.261	

Nach Anbringung der ermittelten constanten Differenz zwischen Scheiner und mir (Seite 109) ergeben sich die in den beiden letzten Columnen der nachstehenden Zusammenstellung aufgeführten Bewegungen in geographischen Meilen für Algol zur Zeit der Beobachtung; die in den anderen Columnen gegebenen Daten sind ohne Weiteres verständlich, und es sei nur bemerkt, dass in den Columnen 3 und 5 die Correction wegen der durch Temperatureinfluss veränderten Dispersion (Seite 33) angebracht ist und dass in der zweiten Columne die Buchstaben n und v Abkürzungen für nach bezw. vor dem Minimum sind.

Datum	Abstand vom Minimum	Beob. Vogel		Beob. Scheiner		Reduction auf ⊙	Bewegung rel. zur ⊙	
		Verschiebung in R.	Bewegung in geogr. Meilen	Verschiebung in R.	Bewegung in geogr. Meilen		Vogel	Scheiner
1888 Dec. 4	$12^h.44$ n	— 0.124 — 0.137	— 3.74 — 4.13	— 0.151 — 0.103	— 4.56 — 3.11	— 1.22	— 5.04	— 5.44
1889 Jan. 6	22.34 v	+ 0.232 + 0.209	+ 7.00 + 6.31	+ 0.267 + 0.260	+ 8.06 + 7.85	— 2.95	+ 3.83	+ 4.63
1889 Jan. 9	19.33 v	+ 0.306 + 0.282	+ 9.24 + 8.51	+ 0.312 + 0.306	+ 9.42 + 9.24	— 3.07	+ 5.93	+ 5.88
1889 Nov. 13	13.46 n	— 0.184 — 0.196	— 5.55 — 5.92	— 0.159 — 0.156	— 4.80 — 4.71	+ 0.14	— 5.48	— 5.00
1889 Nov. 23	22.14 v	+ 0.172 + 0.212	+ 5.19 + 6.40	+ 0.187 + 0.196	+ 5.64 + 5.92	— 0.51	+ 5.41	+ 4.89
1889 Nov. 26	19.45 v	+ 0.217 + 0.194	+ 6.55 + 5.85	+ 0.190 + 0.187	+ 5.73 + 5.64	— 0.70	+ 5.62	+ 4.61
1889 Dec. 21	27.52 n	— 0.063 — 0.072	— 1.90 — 2.17	— 0.034 — 0.035	— 1.03 — 1.06	— 2.19	— 4.11	— 3.62
1890 Jan. 1	15.99 n	— 0.087 — 0.092	— 2.63 — 2.78	— 0.082 — 0.081	— 2.47 — 2.44	— 2.73	— 5.32	— 5.57
1890 Jan. 3	5.07 v	+ 0.187 + 0.179	+ 5.64 + 5.40	+ 0.193 + 0.197	+ 5.82 + 5.95	— 2.82	+ 2.82	+ 2.69
1890 Sept. 13	16.59 n	— 0.324 — 0.323	— 9.78 — 9.75	— 0.271 — 0.278	— 8.18 — 8.39	+ 3.26	— 6.39	— 5.41
1890 Oct. 13	21.39 v	+ 0.112 + 0.096	+ 3.38 + 2.90	+ 0.079 + 0.079	+ 2.38 + 2.38	+ 2.02	+ 5.28	+ 4.02
1891 März 17	17.79 v	+ 0.264 + 0.283	+ 7.97 + 8.54	+ 0.246 + 0.262	+ 7.42 + 7.91	— 3.14	+ 5.24	+ 4.15

Digitized by Google

Hieraus ergiebt sich unter der Annahme einer kreisförmigen Bahn der wahrscheinlichste Werth für das Maximum der im Visionsradius gelegenen Bewegungscomponente Algols in der Bahn zu 5.52 ± 0.038 geogr. Meilen, die Bewegung des Systems zu — 0.21 ± 0.035 geogr. Meilen. Als wahrscheinlicher Fehler einer Beobachtung folgt ± 0.283 Meilen. Mit Zugrundelegung dieser Werthe werden die Beobachtungen folgendermassen dargestellt:

Datum	Beobachtete Beweg. Algols rel. zur ⊙	Berechnete Bewegung	B. — R.
1888 Dec. 4	— 5.24	— 5.23	— 0.01
1889 Jan. 6	+ 4.23	+ 4.71	— 0.48
Jan. 9	+ 5.91	+ 5.21	+ 0.70
Nov. 13	— 5.24	— 5.41	+ 0.17
Nov. 23	+ 5.15	+ 4.79	+ 0.36
Nov. 26	+ 5.12	+ 5.20	— 0.08
Dec. 21	— 3.87	— 3.55	— 0.32
1890 Jan. 1	— 5.45	— 5.70	+ 0.25
Jan. 3	+ 2.76	+ 2.26	+ 0.50
Sept. 13	— 5.90	— 5.72	— 0.18
Oct. 13	+ 4.65	+ 4.91	— 0.26
1891 März 17	+ 4.70	+ 5.30	— 0.60

Unter der Annahme einer Kreisbahn, deren Neigung gegen den Visionsradius so gering ist, dass ein totaler Eintritt des Begleiters stattfindet, und unter der Voraussetzung gleicher Dichtigkeit beider Körper, so dass sich die Massen direct wie die Volumina verhalten, hatte ich nun aus den ersten Beobachtungen für die Anordnung des Systems abgeleitet*):

Durchmesser des Hauptsterns . . . . . = 230 000 Meilen
Durchmesser des Begleiters . . . . . = 180 000 »
Entfernung der Mittelpunkte . . . . . = 700 000 »
Bahngeschwindigkeit des Hauptsterns . = 5.7 »
Bahngeschwindigkeit des Begleiters . . = 12 »
Massen beider Körper = $^4/_9$ und $^2/_9$ der Sonnenmasse.

Für die Berechnung der Durchmesser war nicht die aus der Lichtcurve sich ergebende äusserste Grenze der Dauer der Verfinsterung zu Grunde gelegt, sondern es waren die Punkte der Curve genommen worden, an welchen die Krümmung eine merklichere zu werden beginnt. Die Zwischenzeit für diese Punkte ist $6^h 30^m$. Jedenfalls hat man sich die Körper mit mächtigen Atmosphären umgeben zu denken, von denen diejenige des Hauptsterns eine grosse Leuchtkraft besitzt, die des mehr abgekühlten Begleiters eine starke Absorptionsfähigkeit. Die Darstellung der Lichtcurve Algols bei der Annahme des Vorübergangs eines weniger leuchtenden Körpers vor einem hellen wird entschieden besser bei der Annahme von Atmosphären, und mit der äussersten bisher aus der Lichtcurve abgeleiteten Dauer der Verfinsterung von $9^h 45^m$, wie sie aus den Scheiner'schen Untersuchungen**) über den Lichtwechsel Algols nach den Beobachtungen Schönfelds sich ergiebt, berechnen sich die Höhen der Atmosphären zu 54 000 bezw. 42 000 Meilen. Der geringste Abstand der Atmosphären beider

*) Sitzungsberichte d. K. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, 28. Nov. 1889; Astr. Nachr. Nr. 2947.
**) Untersuchungen über den Lichtwechsel Algols etc., Bonn 1882.

Digitized by Google

Körper würde demnach 400 000 Meilen sein. Der Betrag der Lichtabnahme, der nach obiger Annahme auf die Atmosphären gerechnet ist, erreicht nur 0.1 Grössenclasse.

Die hier angeführten Werthe werden nun durch die aus der Wiederholung und Erweiterung der Beobachtungen abgeleitete Maximalgeschwindigkeit von 5.52 Meilen anstatt wie früher 5.7 Meilen etwas modificirt; ich unterlasse jedoch, in Anbetracht der doch immer nur ganz rohen Annäherung an die Wahrheit, besonders infolge der Voraussetzung gleicher Dichtigkeit bei beiden Körpern, eine Wiederholung der Rechnung und führe nur noch an, dass für den Abstand des leuchtenden Körpers vom Schwerpunkt 218 000 geogr. Meilen mit Zugrundelegung des genaueren Werthes für die Geschwindigkeit in der Bahn resultirt.

Ich habe es für selbstverständlich gehalten, die gefundenen periodischen Geschwindigkeitsänderungen durch ein binäres System zu erklären; im Hinblick darauf, dass von anderer Seite auch andere Erklärungsversuche zur Sprache gebracht worden sind, möchte ich indessen einige kurze Bemerkungen über dieselben anschliessen. Bei der Rotation eines Körpers, auf dessen Oberfläche Abkühlungsproducte unregelmässig vertheilt sind, kann die Verschiebung der Spectrallinien sich nicht in dem Zusammenhange mit den Lichtperioden zeigen, wie es die Beobachtungen ergeben haben. Auch die Annahme eines Körpers, der eine wesentliche Abweichung von der Kugelform besitzt, vermag die gemachten Beobachtungen nicht zu erklären. Was endlich eine mit Vorliebe ins Feld geführte asymmetrische Verbreiterung der Wasserstofflinien, auf welche die Messungen bezogen werden, betrifft, so bedingt dieselbe, abgesehen davon, dass bisher bei verbreiterten Linien glühender Gase eine Asymmetrie überhaupt noch nicht beobachtet worden ist, und dass im Algolspectrum die Wasserstofflinie $H\gamma$ ein recht gut ausgesprochenes Intensitätsmaximum besitzt, welches genau in der Mitte der ververbreiterten Linie liegt, die absurde Annahme einer periodisch umschlagenden asymmetrischen Verbreiterung.

Obgleich die oben angeführten Beobachtungen unter Zugrundelegung eines binären Systems zu durchaus plausiblen Werthen führen, so sind doch angenähert analoge Verhältnisse bisher nicht bekannt gewesen, und ich hatte daher Dr. Wilsing veranlasst, von theoretischer Seite die sich aus den Beobachtungen ergebende Anordnung des Algolsystems etwas genauer zu untersuchen. Die in den Astronomischen Nachrichten erschienene Abhandlung Wilsings*) bringe ich, insoweit sie sich auf Algol bezieht, mit geringen Veränderungen hier nochmals zum Abdruck.

»Die nachstehenden Untersuchungen beziehen sich zunächst auf die Darstellung der gesammten Lichtcurve Algols, insofern sie sich aus einem Stück variabler Helligkeit und einem merklich constanten Theil zusammensetzt. Pickering hat in den Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences, Vol. XVI, diesen Gegenstand auf Grund der älteren Schönfeld'schen Beobachtungen behandelt. Doch schien es nach den Resultaten der von Scheiner ausgeführten Bearbeitung der neueren Beobachtungen Schönfelds aus den Jahren 1869—1875 nicht ohne Interesse, die Untersuchung wiederum aufzunehmen und durch einige auf die Elemente des Algolsystems begründete Betrachtungen zu erweitern.

Die Dunkelheit des Begleiters ist nicht als eine absolute, sondern selbstverständlich nur als eine relative zu betrachten. Das von ihm ausgesandte Licht besteht erstens aus seinem Eigenlicht und zweitens aus dem reflectirten Licht des Hauptsterns. Soll nun der Einfluss der Phase des Begleiters, wie es die Beobachtungen verlangen, unmerklich sein, so darf ihre grösste Helligkeit einen bestimmten Theil des Gesammtlichtes beider Sterne nicht überschreiten. Unter der Beschränkung auf

*) Astr. Nachr. Nr. 2960: »Ueber den Lichtwechsel Algols und über die Klinkerfues'sche Erklärung des veränderlichen Lichtes bei Sternen der III. Spectralclasse.«

Digitized by Google

die Berechnung der Lichtmenge, welche von dem Begleiter in der Richtung nach dem Hauptstern zurückgeworfen wird, hat man zu diesem Zweck das Integral $\iint \frac{J\,ds_1\,ds_2\cos v_1\cos v_2\cos v_3}{\varrho^2}$ zu berechnen, wo $ds_1\,ds_2$ die Oberflächen-Elemente beider Körper, ϱ ihre Entfernung, $v_1\,v_2$ die Winkel zwischen ihren Normalen und ihrer Verbindungslinie, v_3 den Winkel zwischen der Normalen des beleuchteten Elements und der Verbindungslinie der Mittelpunkte beider Körper, endlich J die Intensität des Hauptsterns bedeuten.

Zunächst kann man bei Berechnung der Lichtmenge, welche das Flächenelement des Begleiters empfängt, unter der Voraussetzung gleicher Lichtintensität auf der Scheibe des Hauptsterns für denselben eine Kreisfläche von gleichem scheinbaren Durchmesser substituiren. Sind dann R und r die Radien von Hauptstern A und Begleiter B, a die Entfernung ihrer Mittelpunkte, δ der scheinbare Halbmesser von A, gesehen von ds_2, so hat man für die Lichtmenge, welche das Element $ds_2 = r^2\sin\varphi\,d\varphi\,d\psi$ in der Richtung des Hauptsterns ausstrahlt, den Ausdruck:

$$dJ_1 = J\pi\mu r^2\sin\delta^2\cos v_2\cos v_3\sin\varphi\,d\varphi\,d\psi,$$

wo mit μ die Albedo des Begleiters bezeichnet ist. Führt man für δ und v_2, v_3 ihre Werthe ein:

$$\sin\delta = \frac{R}{\sqrt{r^2+a^2-2ar\cos\varphi}},\quad \cos v_2 = \frac{a\cos\varphi - r}{\sqrt{r^2+a^2-2ar\cos\varphi}},\quad v_3 = \varphi,$$

so wird:

$$J_1 = J\pi\mu r^2R^2\int_0^{2\pi}d\psi\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{\sin\varphi\cos\varphi\,(a\cos\varphi - r)}{(r^2+a^2-2ar\cos\varphi)^{\frac{3}{2}}}\,d\varphi.$$

Durch Ausführung des Integrals ergiebt sich für die scheinbare Helligkeit des Begleiters der Ausdruck:

$$H = \frac{2}{3}J\mu\frac{R^2}{r^2}\left(\frac{(2a^3+r^3) - (2a^2-r^2)\sqrt{a^2+r^2}}{a^2r}\right).$$

Man findet, dass der Hauptstern, wenn die aus der Gesammtdauer der Lichtänderung berechneten Halbmesser $R = 169\,000$ Meilen, $r = 132\,000$ Meilen, ferner $a = 700\,000$ Meilen, $\mu = 0.5$ gewählt werden, 50mal heller ist, als der Begleiter. Dieser Intensitätsunterschied ist kleiner, als der wirklich vorhandene, da die Randzone von B nicht von der ganzen Scheibe des Hauptsterns Licht erhält, wie bei der Integration angenommen wurde, und zudem der für die Albedo des Begleiters gewählte Werth als ein sehr hoher zu betrachten ist. Die entsprechende Helligkeitsdifferenz ist daher kleiner als $0^m.02$, also mit den Beobachtungsfehlern von gleicher Ordnung.

Es werde nun zuerst der Einfluss untersucht, welchen eine Abweichung der Figur der Sterne von der Kugelgestalt, wie sie bei ihrer geringen mittleren Dichtigkeit (0.1) durch die gegenseitige Anziehung bewirkt wird, auf ihre scheinbare Helligkeit ausübt. Erreicht nämlich die Abweichung einen bestimmten Grenzwerth, so wird sich dies bei der Rotation des Sterns in einer über die ganze Periode vertheilten Helligkeitsänderung bemerkbar machen. Es ist daher von Wichtigkeit, für die Grösse der Deformation Anhaltspunkte zu gewinnen. Zu ihrer Berechnung diene das Verfahren, welches auch die Gezeitenerscheinungen in ihren allgemeinen Zügen darstellt. Denkt man sich die Hälfte der Masse des störenden Körpers auf die andere Seite des Hauptsterns in die gleiche Entfernung versetzt, und ist M die Masse des Hauptsterns A, M' die des Begleiters B, R die Entfernung ihrer Schwerpunkte, so hat man, wenn nur die Atmosphären, deren Masse und Anziehung auf sich selbst zu vernachlässigen sind, deformirt werden, die kugelförmig gestalteten Centralkörper aber un-

Digitized by Google

verändert bleiben, das Potential aller wirkenden Kräfte an der Oberfläche von A gleich einer Constanten zu setzen, also:

$$\frac{M}{r} + \frac{1}{2} M' \left(\frac{1}{\sqrt{R^2 - 2rR\cos\vartheta + r^2}} + \frac{1}{\sqrt{R^2 + 2rR\cos\vartheta + r^2}} \right) = c.$$

Die Constante c wird durch die Bedingung bestimmt, dass für $\vartheta = \frac{1}{2}\pi$ der Werth $r = b$ gegeben ist. Bezeichnet man noch den auf b senkrechten Radiusvector mit a, so erhält man zur Bestimmung desselben die Gleichung:

$$\frac{M}{a} + \frac{1}{2} M' \left(\frac{1}{R - a} + \frac{1}{R + a} \right) = \frac{M}{b} + \frac{M'}{\sqrt{R^2 + b^2}}.$$

Setzt man $M = 2$, $M' = 1$, $R = 700\,000$, $b = 169\,000$, so findet man $a = 170\,900$, $\frac{a}{b} = 1.011$.

Existirt kein fester Centralkörper, so bedarf die vorstehende Gleichung noch einer Verbesserung. Da die Figur des Sterns ein Rotationskörper in Bezug auf die Verbindungslinie von A und B ist und durch eine durch seinen Schwerpunkt senkrecht zu dieser Verbindungslinie gelegte Ebene in zwei congruente Theile zerlegt wird, so darf man dieselbe näherungsweise als ein verlängertes Rotationsellipsoid betrachten. Ist a die grössere Halbaxe desselben, b die kleinere, so wird mit Vernachlässigung von Gliedern höherer Ordnung sein Potential:

$$v = \frac{M}{r} + \frac{a^2 - b^2}{10} \frac{M}{r^5} (2x - y^2 - z^2)$$

und die Gleichung zur Bestimmung von a nunmehr:

$$\frac{M}{a} + \frac{a^2 - b^2}{5} \frac{M}{a^3} + \frac{M'}{2} \left(\frac{1}{R - a} + \frac{1}{R + a} \right) = \frac{M}{b} - \frac{a^2 - b^2}{10} \frac{M}{b^3} + \frac{M'}{\sqrt{R^2 + b^2}}.$$

Für die gleichen Werthe von M, M', R, b findet man $a = 174\,000$, $a/b = 1.030$. Nimmt man im Mittel das Axenverhältniss 1.02 an, so ergiebt sich eine Helligkeitsschwankung, deren Amplitude 0^m02 ist, ein Betrag, welcher ebenfalls durch die Beobachtungsfehler verdeckt wird.

Die vorstehenden Betrachtungen zeigen also, dass weder die von der Phase des Begleiters, noch die von der Deformation des Hauptsterns herrührenden Schwankungen der Gesammthelligkeit merkbare Beträge erreichen. Ist noch das Helligkeitsverhältniss von Begleiter und Hauptstern nicht grösser als $1/50$, so dass die Verdeckung des ersteren bei seiner oberen Conjunction nicht wahrgenommen werden kann, so bleibt die scheinbare Helligkeit des Systems, ausgenommen in der Nähe der unteren Conjunction des Begleiters, so weit es die Genauigkeit der Beobachtungen verlangt, constant.

Zur Darstellung des veränderlichen Theils der Lichtcurve mit Zugrundelegung der Scheinerschen Untersuchung werde zunächst die mittlere Lichtcurve behandelt, welche man erhält, wenn man aus den Helligkeiten gleicher Zeiten vor und nach dem Minimum das Mittel bildet. Pickering hat a. o. a. O. gezeigt, dass die beste Darstellung der Beobachtungen erzielt wird durch die Annahme eines totalen Eintritts des Begleiters in die Scheibe des Hauptsterns, eine Annahme, welche auch der Berechnung des aus den Potsdamer Beobachtungen abgeleiteten Systems zur Grundlage diente.

Beschränkt man sich nur auf die Behandlung dieses Falles, und ist r der Radiusvector des Begleiters in seiner Bahn, n seine stündliche Bewegung, t die Zeit, gerechnet vom Durchgang durch das Periastron, R die halbe grosse Axe und e die als klein betrachtete Excentricität, so hat man, wenn noch α die Länge des Periastrons, in der Bahnebene gezählt, bezeichnet, für den Radius ϱ der scheinbaren Bahn des Begleiters:

$$\varrho = r\sqrt{1 - \sin i^2 \sin(\varphi - \alpha)^2},$$

Digitized by Google

wo $i = \frac{1}{2}\pi - \varepsilon$ die Neigung der Bahnebene und φ die Anomalie bedeuten. Führt man für r und φ ihre Werthe ein:

$$r = R\,(1 - e\cos n\,t),\quad \varphi = n\,t + 2\,e\sin n\,t,$$

so wird:

$$\varrho = R\,[(1-\varepsilon^2)\cos(n\,t-\alpha)^2 + \varepsilon^2 - 2\,e\,[\cos n\,t\cos(n\,t-\alpha)^2 + \sin n\,t\sin 2\,(n\,t-\alpha)]]^{\frac{1}{2}}.$$

Setzt man zunächst e gleich Null und zählt die Zeit vom Durchgang durch den aufsteigenden Knoten, dann ist:

$$\varrho = R\,[(1-\varepsilon^2)\cos n\,t^2 + \varepsilon^2]^{\frac{1}{2}}.$$

Die Phase der Verfinsterung wird durch ϱ bestimmt. Sind a und b die Radien vom Hauptstern und vom Begleiter, so hat man für den Flächeninhalt des bedeckten Theiles den Ausdruck:

$$a^2\,(x - \tfrac{1}{2}\sin 2\,x) + b^2\,(y - \tfrac{1}{2}\sin 2\,y),$$

wo x und y durch die Gleichungen:

$$\cos x = \frac{a^2 - b^2 + \varrho^2}{2\,a\,\varrho},\quad \cos y = \frac{b^2 - a^2 + \varrho^2}{2\,b\,\varrho}$$

bestimmt werden, also für die Helligkeit des Sterns zur Zeit t in Bruchtheilen des vollen Lichtes:

$$H = 1 - \frac{1}{\pi\,a^2}\,[a^2\,(x - \tfrac{1}{2}\sin 2\,x) + b^2\,(y - \tfrac{1}{2}\sin 2\,y)].$$

Da das Ansteigen der Curve sogleich nach Erreichung des kleinsten Lichtes beginnt, so findet beim Vorübergang innere Berührung der Ränder statt; man hat $\varepsilon = \frac{a-b}{R}$ zu setzen und findet für die Zeit τ der äusseren Berührung oder den Beginn der Verfinsterung:

$$\cos n\,\tau = 2\sqrt{\frac{a\,b}{R^2 - (a-b)^2}}.$$

Berechnet man mit den Werthen $a = 169\,000$, $b = 132\,000$, $R = 700\,000$, $n = 5^{\circ}2314$ die Helligkeit des Sterns für die in der ersten Columne der Tabelle angegebenen Zeiten, so ergeben sich die folgenden Differenzen gegen die Maximalhelligkeit:

Zeit vor resp. nach dem Minimum	Beob.	Rechn.	B. — R.	Zeit vor resp. nach dem Minimum	Beob.	Rechn.	B. — R.
$4^h\,50^m$	$0^m.00$	$0^m.00$	$0^m.00$	$2^h\,20^m$	$0^m.36$	$0^m.39$	$-0^m.03$
35	0.00	0.01	— 0.01	5	0.44	0.46	— 0.02
20	0.01	0.03	— 0.02	1 50	0.54	0.53	+ 0.01
5	0.03	0.06	— 0.03	35	0.65	0.61	+ 0.04
3 50	0.05	0.09	— 0.04	20	0.76	0.69	+ 0.07
35	0.08	0.13	— 0.05	5	0.85	0.78	+ 0.07
20	0.11	0.17	— 0.06	0 50	0.93	0.87	+ 0.06
5	0.16	0.22	— 0.06	35	0.99	0.95	+ 0.04
2 50	0.22	0.27	— 0.05	20	1.03	1.00	+ 0.03
35	0.28	0.32	— 0.04	5	1.05	1.03	+ 0.02

Digitized by Google

Vor die berechneten Zahlen sind die aus der beobachteten Curve ermittelten Helligkeiten gesetzt. Der wahrscheinliche Fehler eines Curvenpunktes beträgt nur $0^m.01$. Es ist daher auch, abgesehen von dem Gange der Vorzeichen, nicht möglich, die übrig bleibenden Abweichungen ihrer absoluten Grösse nach durch Beobachtungsfehler zu erklären, wenn nicht eine sehr beträchtliche Veränderlichkeit der Stufenweite mit der absoluten Helligkeit angenommen werden soll. Die Rechnung giebt zu geringe Helligkeiten im Beginne der Verfinsterung und zu grosse in der Nähe des Minimums. Diese Abweichungen erklären sich aber aus einer ungleichförmigen Intensitätsvertheilung auf der Scheibe des Hauptsterns, wie dies auch bei der Sonne der Fall ist, und durch die Absorption in einer Atmosphäre, welche den Begleiter umgiebt, ohne dass es nöthig ist, das ursprünglich angenommene Verhältniss zwischen den Halbmessern beider Körper zu ändern. Wird bei beiden Sternen die Höhe der Randzonen, welche ein gegen das der mittleren Zone verschiedenes Emissions- resp. Absorptionsvermögen besitzen, proportional ihren Halbmessern, etwa gleich einem Drittel derselben gesetzt, und bezeichnen demgemäss a_2 b_2 die Radien der Kerne, J_0 J_1 die Intensitäten in der Mitte der Scheibe und am Rande, endlich α das Verhältniss des von der Atmosphäre des Begleiters durchgelassenen Lichtes zum auffallenden, so lässt sich das Intensitätsverhältniss J_1/J_0 und α so bestimmen, dass die berechnete Helligkeit im Minimum sowohl, als in einem beliebigen zwischenliegenden Punkte mit den Beobachtungen übereinstimmt. Um die Rechnung nicht zu complicirt zu gestalten, ist die Absorption in der Atmosphäre des Begleiters der Fläche ihrer Projection auf den Hauptstern proportional gesetzt. Man hat also drei zu bestimmende Constanten, die Summe der Halbmesser $a_1 + b_1$, J_1/J_0 und α. Der Ausdruck für die Helligkeit H wird jetzt:

$$\begin{aligned} H = 1 - \frac{1}{\pi a_1^2 J_1 + \pi a_2^2 J_2} \big(& a_1^2 J_1 \alpha \,(x_{11} - \tfrac{1}{2}\sin 2x_{11}) + b_1^2 J_1 \alpha \,(y_{11} - \tfrac{1}{2}\sin 2y_{11}) \\ & + a_1^2 J_1 \quad (x_{12} - \tfrac{1}{2}\sin 2x_{12}) + b_2^2 J_1 \quad (y_{12} - \tfrac{1}{2}\sin 2y_{12}) \\ & + a_2^2 J_2 \alpha \,(x_{21} - \tfrac{1}{2}\sin 2x_{21}) + b_1^2 J_2 \alpha \,(y_{21} - \tfrac{1}{2}\sin 2y_{21}) \\ & + a_2^2 J_2 \quad (x_{22} - \tfrac{1}{2}\sin 2x_{22}) + b_2^2 J_2 \quad (y_{22} - \tfrac{1}{2}\sin 2y_{22}) \big), \end{aligned}$$

wo $J_2 = J_0 - J_1$ und die Winkel $x_{11}\, x_{12} \ldots y_{11}\, y_{12} \ldots$ durch die folgenden Gleichungen gegeben sind:

$$\cos x_{11} = \frac{a_1^2 - b_1^2 + \varrho^2}{2 a_1 \varrho}; \quad \cos x_{12} = \frac{a_1^2 - b_2^2 + \varrho^2}{2 a_1 \varrho}; \quad \cos x_{21} = \frac{a_2^2 - b_1^2 + \varrho^2}{2 a_2 \varrho}; \quad \cos x_{22} = \frac{a_2^2 - b_2^2 + \varrho^2}{2 a_2 \varrho}$$

$$\cos y_{11} = \frac{b_1^2 - a_1^2 + \varrho^2}{2 b_1 \varrho}; \quad \cos y_{12} = \frac{b_2^2 - a_1^2 + \varrho^2}{2 b_2 \varrho}; \quad \cos y_{21} = \frac{b_1^2 - a_2^2 + \varrho^2}{2 b_1 \varrho}; \quad \cos y_{22} = \frac{b_2^2 - a_2^2 + \varrho^2}{2 b_2 \varrho}.$$

Der Vorübergang erfolge wiederum so, dass bei der Conjunction innere Berührung der Kerne stattfindet, also $\varepsilon = \frac{a_2 - b_2}{R}$ ist. Setzt man nun $a_2 = 115\,000$ Meilen, $b_2 = 90\,000$ Meilen — es sind dies die für die Halbmesser der Centralkörper angenommenen Werthe — und wählt zur Bestimmung von J_1/J_2 und α die beobachtete Helligkeit im Minimum und die beobachtete Helligkeit bei äusserer Berührung der Centralkörper, so erhält man dann für die gesuchten Grössen die Bedingungsgleichungen:

$$\begin{aligned} 401.2\,\alpha J_2 - 301.3\, J_1 + 547.4\,\alpha J_1 - 3.0\, J_2 &= 0 \\ 39.3\,\alpha J_2 - 51.1\, J_1 + 144.5\,\alpha J_1 - 48.9\, J_2 &= 0. \end{aligned}$$

Diesen Gleichungen genügen die Werthe: $J_1/J_0 = 0.73$, $\alpha = 0.435$. Die mit denselben berechnete Helligkeit des Sterns ist in der folgenden Tabelle mitgetheilt:

Digitized by Google

Zeit vor resp. nach dem Minimum	Beob.	Rechn.	B. — R.	Zeit vor resp. nach dem Minimum	Beob.	Rechn.	B. — R.
$4^h\,50^m$	$0^m.00$	$0^m.00$	$0^m.00$	$2^h\,20^m$	$0^m.36$	$0^m.37$	$-0^m.01$
35	0.00	0.00	0.00	5	0.44	0.46	— 0.02
20	0.01	0.01	0.00	1 50	0.54	0.56	— 0.02
5	0.03	0.02	+ 0.01	35	0.65	0.66	— 0.01
3 50	0.05	0.05	0.00	20	0.76	0.77	— 0.01
35	0.08	0.08	0.00	5	0.85	0.86	— 0.01
20	0.11	0.12	— 0.01	0 50	0.93	0.93	0.00
5	0.16	0.17	— 0.01	35	0.99	1.00	— 0.01
2 50	0.22	0.23	— 0.01	20	1.03	1.04	— 0.01
35	0.28	0.30	— 0.02	5	1.05	1.05	0.00

Die Abweichungen weisen zwar noch keinen befriedigenden Zeichenwechsel auf, allein der absolute Betrag der übrigbleibenden Fehler liegt innerhalb der Unsicherheit der Beobachtungen, er ist von der Ordnung der zu erwartenden Auffassungsunterschiede der Helligkeit der Vergleichssterne und der hierauf beruhenden Veränderlichkeit der Stufenweite. Mit Rücksicht hierauf kann die erzielte rechnungsmässige Darstellung als eine vollkommen befriedigende gelten.

Es mögen nun die für α und J_1/J_0 gefundenen Werthe einer näheren Betrachtung unterworfen werden. α charakterisirt die Absorption in der Atmosphäre des Begleiters. Als Figur derselben wurde ein cylindrischer Ring angenommen, dessen Breite gleich der Höhe der Randzone ist, und dessen Dicke einen bestimmten, hier nicht näher zu betrachtenden Werth besitzt. Um mit Hülfe des für α gefundenen Werthes die der Längeneinheit entsprechende Lichtabsorption in der Atmosphäre des Begleiters näherungsweise zu ermitteln, hat man die in der kugelförmigen Hülle stattfindende Absorption zu berechnen. Sind wieder b_1 b_2 die Radien von Hülle und Kern, so ist, wenn die Hülle durch ein paralleles Lichtbündel ohne Reflexion und Refraction durchsetzt wird, die entsprechende Lichtmenge:

$$J' = 2\pi J \int_{b_2}^{b_1} \varrho\, e^{-2h\sqrt{b_1^2-\varrho^2}}\, d\varrho\,,$$

wo J die Intensität des auffallenden Lichtes und h den Absorptionscoefficienten der Hülle bezeichnen.

Die Ausführung des Integrals giebt:

$$J' = 2\pi J\left[\frac{1}{4h^2} - \frac{1}{2h}\, e^{-2h\sqrt{b_1^2-b_2^2}}\left(\sqrt{b_1^2-b_2^2} + \frac{1}{2h}\right)\right].$$

Andererseits hat man aber: $J' = \alpha\pi J\,(b_1^2 - b_2^2)$.

Da h sehr klein ist, erhält man hieraus mit Vernachlässigung der höheren Potenzen: $h = \frac{3}{4}\frac{1-\alpha}{\sqrt{b_1^2-b_2^2}}$. Setzt man mit Zöllner die Absorption in der Erdatmosphäre (Höhe 55 Kilom.) gleich $^3/_4$ der Intensität des auffallenden Lichtes, so ergiebt sich für das Verhältniss der Absorptionscoefficienten h und h' von Hülle und Erdatmosphäre, auf gleiche Längeneinheit reducirt, der Werth: $h/h' = 2.10^{-5}$. Die mittlere Lichtabsorption in der Atmosphäre des Sterns ist also im Vergleich zu derjenigen in Luft ausserordentlich klein. Die Hülle besitzt nur eine sehr geringe Dichtigkeit und ist als eine analoge Erscheinung zur Sonnencorona zu betrachten.

Digitized by Google

Aus dem für das Intensitätsverhältniss J_1/J_0 gefundenen Werthe lassen sich Folgerungen ziehen, indem die durch denselben bestimmte Helligkeitsvertheilung mit der auf der Sonnenscheibe stattfindenden verglichen wird. Mit Zugrundelegung der Resultate spectralphotometrischer Beobachtungen über die Vertheilung der Lichtintensität auf der Sonnenscheibe für verschieden begrenzte Spectralgebiete*) sind zu dem Zwecke die den Grössen J_0 und J_1 entsprechenden mittleren Werthe abgeleitet worden. Da sich die Breite der Randzonen bei Algol zum Radius des centralen Gebietes wie 1 : 2 verhält, so hat man auch hier die Zonen von der Mitte bis 65^p und ebenso diejenigen von 65^p bis 100^p zusammenzufassen. Sind J_n und ϱ_n die für die Mitte der n^{ten} Zone gültigen Werthe von Intensität und Radius, $\Delta\varrho$ die Breite der Zone, so hat man für die gesuchten mittleren Intensitäten J_R und J_M die Ausdrücke:

$$J_R = \frac{2\,\Delta\varrho \sum_{n=\varrho_1}^{n=\varrho_2} J_n \varrho_n}{\varrho_2^2 - \varrho_1^2} \qquad J_M = \frac{2\,\Delta\varrho \sum_{n=0}^{n=\varrho_1} J_n \varrho_n}{\varrho_1^2}.$$

Werden die für die rothen, gelben und grünen Strahlen gegebenen Zahlen der in der erwähnten Untersuchung befindlichen Tabelle vereinigt, so ergeben sich durch Berechnung der vorstehenden Formeln $J_R = 67.4$, $J_M = 94.7$, mithin $J_R/J_M = 0.71$. Dieser Werth ist mit dem aus der Betrachtung der Lichtcurve Algols abgeleiteten Betrage dieses Intensitätsverhältnisses (0.73) nahe identisch. Man ist daher zu dem Schlusse berechtigt, dass die Intensitätsvertheilung in Bezug auf die optisch wirksamen Strahlen an der Oberfläche Algols wesentlich dieselbe ist, wie auf der Sonnenscheibe.

Es ist oben gezeigt worden, dass sich durch Einführung der Werthe J_1/J_0 und α die mittlere Helligkeitscurve befriedigend darstellen lässt. In Wirklichkeit besitzt der Stern jedoch in gleichem Zeitabstande vor und nach dem Minimum nicht dieselbe Helligkeit. Scheiner hat diese Asymmetrie der Lichtcurve einer eingehenden Untersuchung unterzogen, als deren Resultat sich eine beträchtliche Verminderung des früher von Schönfeld angenommenen Betrages ergiebt. Trotzdem ist die Realität der Erscheinung kaum zu bezweifeln. Dieselbe erklärt sich ungezwungen aus einer elliptischen Bewegung des Begleiters. Ist H die wirkliche Helligkeit, $1 - H_0$ die mittlere, so hat man:

$$H = 1 - \left(H_0 + \frac{\mathrm{d}H_0}{\mathrm{d}\varrho}\Delta\varrho\right).$$

Für $\Delta\varrho$ ergiebt sich aus der oben abgeleiteten Formel:

$$\Delta\varrho = -\frac{R^2}{\varrho} e\,(\cos n t^2 \cos(n t + \alpha) + \sin 2 n t \sin(n t + \alpha))$$

oder:

$$\Delta\varrho = -\frac{R^2}{\varrho}\cos n t\,(1 + \sin n t^2)\,x - \frac{R^2}{\varrho}\sin n t\,(1 - \sin n t^2)\,y,$$

wo $x = e\cos\alpha$ und $y = e\sin\alpha$ gesetzt ist.

Zählt man die Zeit vom Augenblick des Minimums an, so hat man

für die Werthe x vor demselben $n t = \frac{1}{2}\pi - n\tau$
für die Werthe x nach demselben $n t = \frac{1}{2}\pi + n\tau$

zu setzen und findet:

*) H. C. Vogel, Monatsberichte der Akad. d. Wiss. zu Berlin. 1877, S. 107 ff.

Digitized by Google

$$\Delta\varrho = -\frac{R^2}{\varrho}\sin n\tau\,(1+\cos n\tau^2)\,x - \frac{R^2}{\varrho}\cos n\tau\sin n\tau^2 y$$

$$\text{resp. } \Delta\varrho = +\frac{R^2}{\varrho}\sin n\tau\,(1+\cos n\tau^2)\,x - \frac{R^2}{\varrho}\cos n\tau\sin n\tau^2 y\,.$$

Substituirt man diese Ausdrücke von $\Delta\varrho$ in die vorstehende Gleichung zwischen H und H_0, und bezeichnet mit H_v und H_n die Helligkeiten zur Zeit τ vor und nach dem Minimum, so wird:

$$\tfrac{1}{2}(H_v - H_n) = \frac{R^2}{\varrho}\frac{\mathrm{d}H_0}{\mathrm{d}\varrho}\sin n\tau\,(1+\cos n\tau^2)\,x$$

$$\tfrac{1}{2}(H_v + H_n) = (1 - H_0) + \frac{R^2}{\varrho}\frac{\mathrm{d}H_0}{\mathrm{d}\varrho}\cos n\tau\sin n\tau^2 y\,.$$

Diese Gleichungen sind nun für 9 Punkte der Curve berechnet und daraus für e und α die Werthe $e = 0.011$, $\alpha = 245^\circ$ gefunden worden. Berechnet man mit denselben die Correctionen, welche an die mittleren Helligkeiten $1 - H_0$ anzubringen sind, um die wahren zu erhalten, so ergeben sich die folgenden Zahlen:

Zeit	Beob.	Rechn.	B. — R.	Zeit	Beob.	Rechn.	B. — R.
-4^h35^m	$0^m.00$	$0^m.00$	$0^m.00$	$+0^h35^m$	$1^m.00$	$1^m.02$	$-0^m.02$
5	0.03	0.01	+ 0.02	+ 1 5	0.88	0.89	— 0.01
— 3 35	0.07	0.06	+ 0.01	35	0.70	0.70	0.00
5	0.14	0.14	0.00	+ 2 5	0.49	0.49	0.00
— 2 35	0.25	0.26	— 0.01	35	0.31	0.32	— 0.01
5	0.40	0.42	— 0.02	+ 3 5	0.18	0.18	0.00
— 1 35	0.60	0.61	— 0.01	35	0.08	0.09	— 0.01
5	0.82	0.82	0.00	+ 4 5	0.03	0.03	0.00
— 0 35	0.99	0.98	+ 0.01	35	0.01	0.01	0.00
0	1.05	1.05	0.00				

Die Abweichungen der beobachteten und berechneten Helligkeiten werden ihrer Grösse nach durch die Unsicherheit im Zuge der Lichtcurve erklärt und zeigen nun auch in Bezug auf das Vorzeichen einen befriedigenden Verlauf. Die berechneten Werthe von e und α sind selbstverständlich durch die angenommene mittlere Helligkeitscurve bedingt, und aus diesem Grunde ist die Angabe wahrscheinlicher Fehler unterlassen.

Das schliessliche Ergebniss lässt sich in folgenden Sätzen zusammenfassen:

Die Consequenzen, welche sich aus dem für Algol abgeleiteten System ergeben, führen zu keinem Widerspruch mit den beobachteten Erscheinungen. Die letzteren lassen sich vielmehr durch die Annahme nur solcher Hypothesen, welche auch für die Sonne Gültigkeit besitzen, in ihren Einzelheiten vollständig erklären.«

Es dürfte nicht ohne Interesse sein, die in Greenwich angestellten Beobachtungen über Algol einer näheren Betrachtung zu unterwerfen. Wie ich schon oben erwähnt habe, ist ein Versuch, aus den Beobachtungen eine Bahnbewegung Algols abzuleiten, nicht gemacht worden; jedoch sind später, nach Bekanntwerden der Potsdamer Beobachtungen, Rechnungen ausgeführt worden, die

Digitized by Google

eine Bahnbewegung andeuten sollen, deren nähere Details aber nicht veröffentlicht worden sind. Im Folgenden sind die aus den »Spectroscopic Results« entnommenen Beobachtungen bis 1890 zusammengestellt; die Beobachtungen aus dem Jahre 1890 sind den »Monthly Notices« entnommen.

Datum	Mittlere Zeit Greenwich	Abstand vom Minimum	Bewegung rel. zur Sonne Messungen	Bewegung rel. zur Sonne Schätzungen	Berechnete Bewegung	Beob. — Rechn.
1880 Nov. 17	11^h17	16^h37 n	— 5.2	— 6.4	— 9.6	+ 4.4
1882 Nov. 9	10.82	2.75 n	+ 3.6	+ 3.7	— 7.2	+ 10.8
1883 Nov. 16	11.53	14.38 v	— 10.4	— 10.0	— 3.3	— 7.1
1884 Febr. 15	9.15	33.87 n	— 9.5	— 11.0	— 6.6	— 2.9
Aug. 11	11.70	26.82 v	+ 2.0	+ 2.2	— 4.4	+ 6.4
Sept. 10	11.23	4.63 n	+ 7.3	+ 7.4	— 7.7	+ 15.0
Sept. 18	11.53	9.50 v	+ 8.5	+ 8.3	— 4.0	+ 12.5
Oct. 24	9.33	26.60 n	+ 4.5	+ 5.6	— 8.5	+ 13.0
Oct. 28	11.12	13.22 v	— 0.5	+ 0.8	— 3.4	+ 2.9
Nov. 6	10.00	4.77 v	— 6.0	— 4.5	— 5.1	— 0.9
Nov. 7	10.53	19.77 n	— 2.2	— 2.4	— 9.5	+ 7.3
Nov. 8	8.52	27.07 v	— 2.3	— 3.1	— 4.4	+ 2.1
Nov. 20	10.43	12.42 v	— 5.6	— 6.2	— 3.5	— 2.1
Dec. 17	9.35	8.85 v	— 14.3	— 11.4	— 4.1	— 10.2
1885 Febr. 7	7.08	22.15 n	— 9.8	— 12.4	— 9.3	— 0.5
Nov. 17	9.38	3.95 n	— 8.6	— 10.8	— 7.5	— 1.1
Dec. 8	9.42	26.27 n	— 4.3	— 4.5	— 8.5	+ 4.2
1886 Jan. 27	7.73	14.15 v	— 10.9	— 10.1	— 3.4	— 7.5
Febr. 1	7.77	31.73 v	— 6.2	— 6.7	— 5.6	— 0.6
Nov. 29	7.70	33.20 v	+ 0.9	+ 0.5	— 6.0	+ 6.9
Dec. 4	10.33	20.62 n	— 24.3	— 23.1	— 9.4	— 14.9
Dec. 14	7.98	17.02 v	+ 2.6	+ 3.0	— 3.2	+ 5.8
Dec. 14	8.42	16.58 v	— 0.7	+ 2.6	— 3.2	+ 2.5
1887 Jan. 26	10.72	14.57 v	— 19.5	— 20.3	— 3.3	— 16.2
Jan. 28	7.90	30.62 n	— 3.6	— 2.8	— 7.5	+ 3.9
Jan. 31	8.40	34.30 n	— 4.0	— 3.7	— 6.4	+ 2.4
Febr. 2	10.92	16.00 n	— 23.6	— 22.8	— 9.5	— 14.1
Febr. 15	11.05	15.95 v	— 11.1	— 10.6	— 3.3	— 7.8
Febr. 16	8.25	5.25 n	— 9.5	— 8.9	— 7.9	— 1.6
Oct. 19	11.77	29.15 v	— 11.1	— 11.4	— 4.9	— 6.2
Oct. 21	10.77	17.95 n	— 17.6	— 13.7	— 9.6	— 8.0
Oct. 24	10.95	21.22 n	— 8.4	— 5.6	— 9.4	+ 1.0
1888 Febr. 1	8.17	9.85 n	— 10.8	— 11.3	— 8.9	— 1.9
Dec. 7	7.72	17.58 n	— 22.1	— 26.0	— 9.6	— 12.5
1889 Jan. 29	7.75	17.95 v	— 3.6	— 3.7	— 3.2	— 0.4
Febr. 15	8.05	22.57 v	— 3.4	— 3.1	— 3.6	+ 0.2
Sept. 16	11.67	0.88 n	— 7.2	— 7.7	— 6.7	— 0.5
Sept. 18	11.08	20.52 v	+ 6.6	+ 7.2	— 3.4	+ 10.0
Sept. 25	11.58	10.37 n	— 7.4	— 6.3	— 9.0	+ 1.6
Nov. 25	8.60	26.33 n	— 4.8	— 4.6	— 8.5	+ 3.7
1890 März 3	11	27.9 v	— 11.5	— 12.4		
März 12	10	19.4 v	— 12.7	— 11.7		
Sept. 13	11	17.6 n	+ 0.4	— 0.6		
Oct. 9	11	22.4 n	— 11.4	— 10.1		

Der Einheitlichkeit und des besseren Vergleichs mit den Potsdamer Beobachtungen wegen habe ich die Werthe in geographischen Meilen anstatt in englischen gegeben. Sieht man zunächst von einer Bahnbewegung ab und bildet aus den in Columne 4 gegebenen Messungen (die Schätzungen

Digitized by Google

sind hier und in den folgenden Rechnungen nicht berücksichtigt worden) das Mittel, so erhält man — 6.5 geogr. Meilen und als wahrscheinlichen Fehler des Mittels der Beobachtungen an einem Abend ± 5.3 Meilen. Dieser Werth ist zwar grösser als der Durchschnittswerth für den w.F. eines Beobachtungsabends für die in Greenwich beobachteten Sterne, wie aus der im letzten Abschnitt gegebenen Zusammenstellung der Greenwicher Beobachtungen ersichtlich ist, aber im Vergleich zu dem Fehler bei anderen Sternen von derselben Helligkeit nicht aussergewöhnlich gross, so dass dadurch eine periodische Veränderlichkeit der Bewegungen angedeutet wäre. Schliesst man, wegen späterer Vergleichung der Beobachtungen mit Zugrundelegung einer periodischen Bewegung die Beobachtungen von 1890 aus, bei welchen die Zeitangaben nicht hinreichend genau sind, so folgt im Mittel — 6.3 Meilen und für den w.F. eines Abends ± 5.4 Meilen. Die Beobachtungen aus den ersten Jahren sind aber jedenfalls noch viel unsicherer als die aus der letzten Zeit, und ich habe daher ein zweites Mal nur die Beobachtungen von 1886 bis incl. 1889 zusammengefasst. Im Mittel aus diesen Beobachtungen ergiebt sich — 8.7 Meilen für die Bewegung Algols; für den w.F. einer Beobachtung folgt aber fast derselbe Werth, wie aus allen Beobachtungen, nämlich ± 5.6 Meilen.

Unter der Annahme einer kreisförmigen Bahn und der Voraussetzung, dass die im Visionsradius gelegene Componente der Bewegung positiv vor dem Minimum, negativ nach dem Minimum sein muss, lassen sich aus den Greenwicher Beobachtungen bis incl. 1889 als wahrscheinlichste Werthe ableiten: Geschwindigkeit in der Bahn 3.2 geogr. Meilen, Bewegung des Systems — 6.4 geogr. Meilen. Mit diesen Werthen ist für die Beobachtungszeit die Bewegung gerechnet und in Columne 6 der obigen Zusammenstellung gegeben worden. Die Columne 7 giebt die Differenz Beobachtung — Rechnung, und aus diesen Werthen folgt wieder für den w.F. eines Abends ± 5.2 Meilen, also in keiner Weise eine Verbesserung. Berücksichtigt man nur die Beobachtungen von 1886 bis incl. 1889, so resultirt als wahrscheinlichster Werth für die Bahnbewegung 5.3, für die Bewegung des Systems — 8.8 geogr. Meilen. Die Darstellung der Beobachtungen ist in der folgenden Tafel gegeben.

Datum	Bewegung rel. zur ⊙	Berechnete Bewegung	B. — R.	Datum	Bewegung rel. zur ⊙	Berechnete Bewegung	B. — R.
1886 Jan. 27	— 10.9	— 3.7	— 7.2	1887 Oct. 19	— 11.1	— 6.3	— 4.8
Febr. 1	— 6.2	— 7.5	+ 1.3	Oct. 21	— 17.6	— 14.1	— 3.5
Nov. 29	+ 0.9	— 8.2	+ 9.1	Oct. 24	— 8.4	— 13.7	+ 5.3
Dec. 4	— 24.3	— 13.9	— 10.4	1888 Febr. 1	— 10.8	— 12.9	+ 2.1
Dec. 14	+ 2.6	— 3.5	+ 6.1	Dec. 7	— 22.1	— 14.1	— 8.0
Dec. 14	— 0.7	— 3.5	+ 2.8	1889 Jan. 29	— 3.6	— 3.5	— 0.1
1887 Jan. 26	— 19.5	— 3.7	— 15.8	Febr. 15	— 3.4	— 4.1	+ 0.7
Jan. 28	— 3.6	— 10.6	+ 7.0	Sept. 16	— 7.2	— 9.2	+ 2.0
Jan. 31	— 4.0	— 8.8	+ 4.8	Sept. 18	+ 6.6	— 3.7	+ 10.3
Febr. 2	— 23.6	— 14.1	— 9.5	Sept. 25	— 7.4	— 13.1	+ 5.7
Febr. 15	— 11.1	— 3.6	— 7.5	Nov. 25	— 4.8	— 12.4	+ 7.6
Febr. 16	— 9.5	— 11.2	+ 1.7				

Für den w.F. der Beobachtungen eines Abends ergiebt sich aus den Werthen der letzten Columne ± 4.9 geogr. Meilen. Auch hier ist also eine wesentliche Verminderung des w.F. nicht zu constatiren, und ich glaube, aussprechen zu dürfen, dass aus den Greenwicher Messungen, deren Genauigkeit etwa 15 mal geringer ist als die der Potsdamer Beobachtungen, wohl kaum mit einiger Sicherheit die periodische Bewegung Algols hätte abgeleitet werden können.

Digitized by Google

II. α *Virginis* (Spica).

Vom Spectrum von α Virginis sind im Frühjahr 1889 drei Aufnahmen erhalten worden, von denen zwei eine starke Verschiebung nach Violett, die dritte eine fast ebenso starke Verschiebung nach Roth ergaben. Da auch unter Anwendung starker Vergrösserungen an den wohlgelungenen Aufnahmen kein Fehler aufzufinden war und Aufnahmen von anderen Sternen ergaben, dass eine Veränderung des Apparates ausgeschlossen war, blieb zur Erklärung der Erscheinung nur die Annahme einer Bewegungsänderung des Sternes übrig. Die Beobachtungen im April des darauf folgenden Jahres machten diese Vermuthung zur Gewissheit, und es zeigte sich ein ganz regelmässiger Wechsel der Geschwindigkeiten im Visionsradius, einer Periode von fast genau 4 Tagen entsprechend. Im Ganzen sind an 27 verschiedenen Tagen Aufnahmen des Spectrums gelungen, die alle zur Messung der Verschiebung haben verwendet werden können.

Die Wasserstofflinie $H\gamma$, auf welche sich die Messungen beziehen (der Stern gehört der Spectralclasse Ia an) ist sehr breit, ohne ein besonders ausgesprochenes Intensitätsmaximum zu besitzen, und die Verschiebungen sind meist sehr beträchtlich, so dass infolge dessen die Messungen Schwierigkeiten bereiteten, die erst durch Anwendung der auf Seite 38 beschriebenen Methode gehoben werden konnten, bei welcher eine dem Aussehen der künstlichen $H\gamma$-Linie möglichst gleich kommende, auf einem Glasplättchen auf photographischem Wege hergestellte Linie symmetrisch zur ersteren innerhalb der breiten Wasserstofflinie im Sternspectrum gestellt wurde. In denjenigen Fällen, wo die Verschiebung geringer war, ist die Messung durch Deckung (zweite Messmethode) ausgeführt worden.

Ich lasse zunächst hier die Beobachtungen folgen und bemerke, dass die an einem Tage ausgeführten Messungen gewöhnlich auf acht Einstellungen beruhen, d. h. achtmal habe ich den photographirten Streifen durch Hin- und Herbewegen symmetrisch zur künstlichen $H\gamma$-Linie in Bezug auf die Mitte der breiten Sternlinie gestellt und durch Messung der Distanz die Grösse der Verschiebung ermittelt. Um einen Anhalt über die Sicherheit der Methode zu erlangen, habe ich die Beobachtungen nicht nur einmal, sondern mehrere Male wiederholt und die Verhältnisse möglichst variirt, sowohl in Bezug auf verschiedene Vergrösserung und Beleuchtungsverhältnisse, als auch in Bezug auf die Lage der Platte unter dem Mikroskop. Dr. Scheiner hat einige meiner Beobachtungen wiederholt und dieselben bestätigt; es schien aber der Gewinn an Sicherheit durch Wiederholung aller Messungen, die auf über zweitausend Einstellungen beruhen, nicht im Verhältniss zu dem Aufwand an Zeit und Mühe zu stehen, und sie ist desshalb unterblieben. Die Beobachtungen von Scheiner sind hier nicht mitgetheilt worden, da sie ihrer geringen Anzahl wegen doch ohne Einfluss auf die Endwerthe aus meinen Beobachtungen sein würden.

Digitized by Google

Messungen.

Datum der Aufnahme	Mittlere Zeit Potsdam	Platten-Nr.	Datum der Ausmessung	Verschiebung	Mittel	Bemerkungen
1889 April 21	$9^h.25$	119	1890 April 20	$-0^R.387$	$-0^R.387$	Sehr gute Aufnahme; mit symmetrisch gestellter Linie gemessen. Bei den beiden letzten Messungen wurde die Platte umgekehrt unter das Mikroskop gelegt, d. h. so, dass die brechbarere Seite des Spectrums nach rechts erschien (s. Seite 40).
			1890 April 20	− 0.387	− 0.387	
			1890 Juni 10	− 0.393	− 0.393	
			1890 Juli 1	− 0.430	− 0.421	
				− 0.412		
			1890 Juli 3	− 0.382	− 0.373	
				− 0.364		
1889 April 29	11.17	122	1890 April 20	− 0.399	− 0.399	Vorzügliche Aufnahme; mit symmetrisch gestellter Linie gemessen. Bei den beiden letzten Messungen wurde die Platte umgekehrt gelegt.
			1890 Juni 10	− 0.467	− 0.467	
			1890 Juli 1	− 0.393	− 0.395	
				− 0.397		
			1890 Juli 3	− 0.403	− 0.418	
				− 0.433		
1889 Mai 1	10.96	125	1890 April 19	+ 0.248	+ 0.248	Sehr gute Aufnahme; mit symmetrisch gestellter Linie gemessen. Bei den beiden letzten Messungen wurde die Platte umgekehrt gelegt.
			1890 Juni 10	+ 0.401 (½)	+ 0.368	
				+ 0.352		
			1890 Juli 1	+ 0.381	+ 0.366	
				+ 0.351		
			1890 Juli 3	+ 0.398	+ 0.384	
				+ 0.369		
1890 April 4	11.50	189	1890 April 19	− 0.114	− 0.114	Gut und sicher zu messen; etwas weiter Spalt. Messungen mit Einstellung auf die Mitte (zweite Messmethode) ausgeführt. 1. Mit breiter Linie gedeckt. 2. Bei sehr starker, starker und schwacher Vergrösserung gemessen.
			1890 Juni 10[1]	− 0.120	− 0.118	
				− 0.116		
			1890 Juli 3	− 0.094	− 0.103	
				− 0.111		
			1890 Juli 4	− 0.200	− 0.184	
				− 0.167		
			1890 Juli 14[2]	− 0.091	− 0.141	
				− 0.167		
				− 0.164		
1890 April 9	10.50	192	1890 April 19	− 0.453	− 0.443	Gute Aufnahme; bei der ersten Messung Mitte eingestellt, sonst mit symmetrisch gestellter Linie gemessen.
				− 0.456		
				− 0.420		
			1890 April 23	− 0.500	− 0.500	
			1890 Juni 10	− 0.449	− 0.460	
				− 0.471		
			1890 Juni 11	− 0.459	− 0.473	
				− 0.487		

Digitized by Google

Datum der Aufnahme	Mittlere Zeit Potsdam	Platten-Nr.	Datum der Ausmessung	Verschiebung	Mittel	Bemerkungen
1890 April 10	11.50	193	1890 April 19	— 0^R.003	— 0^R.003	Gut; künstliche $H\gamma$-Linie etwas verwaschen und nicht leicht aufzufassen; Platte trotzdem gut zu messen. Messungen mit Einstellung auf die Mitte (zweite Messmethode) ausgeführt.
			1890 April 20	— 0.014	— 0.014	
			1890 Juni 11	— 0.080 — 0.043	— 0.062	
			1890 Juli 4	— 0.066 — 0.052	— 0.059	
			1890 Juli 15	— 0.023 — 0.005	— 0.014	
1890 April 11	10.83	194	1890 April 19[1]	+ 0.192	+ 0.192	Platte überexponirt, wodurch die Auffassung sehr erschwert wird. Künstliche $H\gamma$-Linie etwas breit. Die Messungen sind mit symmetrisch gestellter Linie ausgeführt.
			1890 April 21	+ 0.304	+ 0.304	
			1890 April 23	+ 0.263	+ 0.263	
			1890 Juni 11	+ 0.399 + 0.325	+ 0.362	1. Dieser Messung ist das Gewicht $\frac{1}{2}$ beigelegt worden, da die Auffassung auch nur angenähert nicht wieder erhalten werden konnte.
			1890 Juni 12	+ 0.312 + 0.298	+ 0.305	
1890 April 13	10.83	195	1890 April 19	— 0.528	— 0.528	Sehr gute Platte. Bei der zweiten Messung auf die Mitte eingestellt; die übrigen Messungen mit symmetrisch gestellter Linie ausgeführt.
			1890 April 21	— 0.387	— 0.387	
			1890 April 22	— 0.500	— 0.500	
			1890 Juni 12	— 0.488 — 0.494	— 0.491	
1890 April 15	11.00	197	1890 April 20	+ 0.376	+ 0.376	Sehr gute Aufnahme; mit symmetrisch gestellter Linie gemessen.
			1890 April 22	+ 0.375	+ 0.375	
			1890 Juni 12	+ 0.431 + 0.429	+ 0.430	
			1890 Juni 14	+ 0.377 + 0.379	+ 0.378	
1890 Mai 1	10.25	198	1890 Mai 22	+ 0.359 :	+ 0.359 :	Aufnahme zu schwach, um einigermassen sicher gemessen zu werden. Messungen mit symmetrisch gestellter Linie ausgeführt.
			1890 Juni 14	+ 0.355 :	+ 0.355 :	
1890 Mai 4	10.00	199	1890 Mai 19	— 0.085	— 0.085	Aufnahme etwas matt, aber doch gut zu messen. Mit Einstellung auf die Mitte gemessen.
			1890 Juni 14	— 0.052 — 0.132 — 0.105	— 0.096	1. Platte umgekehrt gelegt.
			1890 Juni 16	— 0.064	— 0.064	
			1890 Juli 12	— 0.023 — 0.027	— 0.025	
			1890 Juli 12[1]	— 0.012 — 0.008	— 0.010	
			1890 Juli 15	— 0.004 — 0.008	— 0.006	

Digitized by Google

Datum der Aufnahme	Mittlere Zeit Potsdam	Platten-Nr.	Datum der Ausmessung	Verschiebung	Mittel	Bemerkungen
1890 Mai 7	9^h42	200	1890 Mai 22	$-0^R.473$	$-0^R.473$	Platte überexponirt, etwas kräftig, aber doch gut zu messen. Symmetrisch gestellte Linie bei den Messungen angewendet.
			1890 Juni 27	− 0.478 − 0.454	− 0.466	
			1890 Juli 9	− 0.419 − 0.455	− 0.437	
			1890 Juli 11	− 0.433	− 0.433	
1890 Mai 8	10.43	201	1890 Mai 19	− 0.066	− 0.066	Nicht sehr gute Aufnahme, Auffassung ziemlich schwer. Mit Einstellung der Mitte (zweite Messmethode) gemessen.
			1890 Juni 27	− 0.030 − 0.003	− 0.017	
			1890 Juni 28	+ 0.013 − 0.023	− 0.005	
			1890 Juli 9	+ 0.007 + 0.018 + 0.017	+ 0.014	
			1890 Juli 15	+ 0.026 − 0.008	+ 0.009	
1890 Mai 9	10.08	202	1890 Mai 22	+ 0.469	+ 0.469	Ziemlich gute, etwas matte Aufnahme; eine schadhafte Stelle in der Photographie stört. Bei schwacher Vergrösserung ganz gut zu messen. Mit Anwendung der symmetrisch gestellten Linie gemessen.
			1890 Juni 28	+ 0.449 + 0.471	+ 0.460	
			1890 Juli 9	+ 0.397 + 0.422	+ 0.410	
			1890 Juli 11	+ 0.427 + 0.427	+ 0.427	
1890 Mai 17	10.57	203	1890 Mai 22	+ 0.446	+ 0.446	Sehr gute Aufnahme; mit symmetrisch gestellter Linie gemessen.
			1890 Juni 28	+ 0.463 + 0.463	+ 0.463	
			1890 Juni 29	+ 0.445 + 0.138 + 0.443	+ 0.142	
			1890 Juli 9	+ 0.460 + 0.440	+ 0.450	
1890 Mai 18	10.08	204	1890 Mai 19	+ 0.050	+ 0.050	Ausgezeichnete Platte. Messungen sehr sicher. Mitte eingestellt.
			1890 Juni 29	+ 0.074 (2/3) + 0.038	+ 0.052	1. Platte umgekehrt gelegt.
			1890 Juni 30	+ 0.041 + 0.067	+ 0.054	
			1890 Juni 30[1]	+ 0.068 (2/3) + 0.052	+ 0.058	
			1890 Juli 15	+ 0.043 + 0.025	+ 0.034	

Digitized by Google

Datum der Aufnahme	Mittlere Zeit Potsdam	Platten-Nr.	Datum der Ausmessung	Verschiebung	Mittel	Bemerkungen
1890 Mai 23	10^h50	205	1890 Juni 9	$-0^R.456$	$-0^R.456$	Sehr gute Aufnahme; Messungen mit symmetrisch gestellter Linie ausgeführt.
			1890 Juni 10	− 0.442	− 0.442	
			1890 Juni 30	− 0.452 − 0.468	− 0.460	1. Platte umgekehrt gelegt.
			1890 Juni 30^1	− 0.471 − 0.433	− 0.452	
1890 Mai 24	10.67	207	1890 Juni 9	+ 0.048	+ 0.048	Sehr gute Platte; mit Einstellung der Mitte gemessen.
			1890 Juni 30^1	+ 0.055 + 0.039 + 0.036	+ 0.043	1. Platte umgekehrt gelegt.
			1890 Juli 10	+ 0.013 (2) + 0.083 + 0.037	+ 0.037	
			1890 Juli 12	− 0.025	− 0.025	
			1890 Juli 12^1	− 0.020	− 0.020	
			1890 Juli 16	− 0.002 − 0.046 − 0.021	− 0.023	
1890 Mai 25	10.12	208	1890 Juni 9	+ 0.439 + 0.415	+ 0.427	Gute Aufnahme; mit symmetrisch gestellter Linie gemessen.
			1890 Juni 30	+ 0.390 + 0.410	+ 0.400	1. Platte umgekehrt gelegt.
			1890 Juni 30^1	+ 0.400 + 0.395	+ 0.398	
			1890 Juli 1	+ 0.391 + 0.378	+ 0.385	
			1890 Juli 1^1	+ 0.369 + 0.404	+ 0.387	
1890 Mai 26	10.72	209	1890 Juni 9	+ 0.017 (2/3) + 0.033	+ 0.027	Ausgezeichnete Aufnahme; sehr gut zu messen. Messungen mit Einstellung auf die Mitte ausgeführt.
			1890 Juli 1	+ 0.059 + 0.102	+ 0.081	1. Platte umgekehrt gelegt.
			1890 Juli 1^1	+ 0.102 + 0.055	+ 0.079	
			1890 Juli 10	+ 0.056 (2/3) + 0.022	+ 0.036	
			1890 Juli 16	+ 0.065 + 0.090 + 0.069	+ 0.075	
1890 Mai 27	10.18	210	1890 Juni 9	− 0.356	− 0.356	Aufnahme etwas matt, doch gut zu messen. $H\gamma$-Linie etwas verwaschen. Mit symmetrisch gestellter Linie gemessen.
			1890 Juli 1	− 0.385 − 0.383	− 0.384	

Digitized by Google

Datum der Aufnahme	Mittlere Zeit Potsdam	Platten-Nr.	Datum der Ausmessung	Verschiebung	Mittel	Bemerkungen
1890 Mai 27	$10^h.18$	210	1890 Juli 10	— $0^R.339$	— $0^R.336$	
				— 0.332		
			1890 Juli 11	— 0.320	— 0.337	
				— 0.354		
1890 Mai 28	10.11	211	1890 Juni 9	— 0.067	— 0.067	Keine besonders gute Aufnahme; nachgeschwärzt, aber doch gut zu messen. Messungen mit Einstellung auf die Mitte (zweite Messmethode) ausgeführt.
			1890 Juli 1	— 0.089	— 0.078	
				— 0.067		
			1890 Juli 10	— 0.074	— 0.074	
			1890 Juli 11	— 0.065	— 0.060	
				— 0.054		
			1890 Juli 16	— 0.063	— 0.053	
				— 0.040		
				— 0.056		
1890 Mai 31	10.29	212	1890 Juni 9	— 0.391	— 0.391	Recht gute Aufnahme; gut zu messen. Bei den Messungen symmetrisch gestellte Linie benutzt.
			1890 Juli 1	— 0.421	— 0.415	
				— 0.409		
			1890 Juli 10	— 0.369	— 0.376	
				— 0.383		
			1890 Juli 11	— 0.359	— 0.337	
				— 0.315		
1890 Juni 4	10.27	213	1890 Juni 7	— 0.360	— 0.360	Sehr gute Aufnahme; Messungen mit symmetrisch gestellter Linie ausgeführt.
			1890 Juni 9	— 0.325	— 0.325	
			1890 Juli 10	— 0.317	— 0.323	
				— 0.328		
			1890 Juli 11	— 0.292	— 0.275	
				— 0.258		
1891 April 24	11.17	250	1891 Mai 5	+ 0.060	+ 0.058	Aufnahme ziemlich gut, etwas verwaschen. Messungen mit Einstellung auf die Mitte ausgeführt.
				+ 0.051		
				+ 0.050		
				+ 0.072		
			1891 Mai 8	+ 0.042	+ 0.043	
				+ 0.044		
1891 April 27	11.00	251	1891 Mai 5	+ 0.376	+ 0.383	Recht gute Aufnahme. Mit symmetrisch gestellter Linie gemessen.
				+ 0.389		
			1891 Mai 8	+ 0.363	+ 0.372	
				+ 0.381		
1891 Mai 3	10.67	252	1891 Mai 5	— 0.347	— 0.361	Sehr gute Aufnahme. Messungen mit symmetrisch gestellter Linie ausgeführt.
				— 0.375		
			1891 Mai 8	— 0.380	— 0.383	
				— 0.385		

Digitized by Google

Zu der folgenden Zusammenstellung der Resultate bemerke ich, dass an die Mittelwerthe die Correction wegen der durch die Temperatur bedingten anderen Einstellung des Cameraobjectivs und der dadurch veränderten Dispersion (Seite 33) angebracht ist. Wie aus den Mittelwerthen hervorgeht, ist die Genauigkeit der Beobachtungen infolge der oben erwähnten Schwierigkeit der Auffassung der breiten und verwaschenen $H\gamma$-Linie im Sternspectrum durchschnittlich etwas geringer als bei den meisten anderen Sternen der ersten Spectralclasse, und es ist daher die Bewegung nur auf 0.1 geogr. Meile angegeben.

Zusammenstellung der Resultate.

Nr.	Datum	Mittlere Zeit Potsdam	Platten-Nr.	Verschiebung in R.	Bewegung in geogr. Meilen	Mittel	Reduction auf ⊙	Bewegung rel. zur ⊙
1	1889 April 21	9^h25	119	— 0.388	— 11.7	— 11.9	— 0.6	— 12.5
				— 0.394	— 11.9			
				— 0.422	— 12.7			
				— 0.374	— 11.3			
2	1889 April 29	11.17	122	— 0.399	— 12.0	— 12.7	— 1.1	— 13.8
				— 0.467	— 14.1			
				— 0.395	— 11.9			
				— 0.418	— 12.6			
3	1889 Mai 1	10.96	125	+ 0.248	+ 7.5	+ 10.3	— 1.3	+ 9.0
				+ 0.368	+ 11.1			
				+ 0.366	+ 11.1			
				+ 0.384	+ 11.6			
4	1890 April 4	11.50	189	— 0.114	— 3.4	— 4.0	+ 0.6	— 3.4
				— 0.118	— 3.6			
				— 0.103	— 3.1			
				— 0.185	— 5.6			
				— 0.141	— 4.3			
5	1890 April 9	10.50	192	— 0.444	— 13.4	— 14.2	+ 0.2	— 14.0
				— 0.502	— 15.2			
				— 0.461	— 13.9			
				— 0.474	— 14.3			
6	1890 April 10	11.50	193	— 0.003	— 0.1	— 0.9	+ 0.2	— 0.7
				— 0.014	— 0.4			
				— 0.062	— 1.9			
				— 0.059	— 1.8			
				— 0.014	— 0.4			
7	1890 April 11	10.83	194	+ 0.193	+ 5.8 ($\frac{1}{2}$)	+ 9.0	+ 0.1	+ 9.1
				+ 0.305	+ 9.2			
				+ 0.264	+ 8.0			
				+ 0.363	+ 11.0			
				+ 0.306	+ 9.2			
8	1890 April 13	10.83	195	— 0.530	— 16.0	— 14.5	— 0.1	— 14.6
				— 0.389	— 11.7			
				— 0.502	— 15.2			
				— 0.493	— 14.9			

Digitized by Google

Nr.	Datum	Mittlere Zeit Potsdam	Platten-Nr.	Verschiebung in R.	Bewegung in geogr. Meilen	Mittel	Reduction auf ⊙	Bewegung rel. zur ⊙
9	1890 April 15	11^h00	197	+ 0.378	+ 11.4	+ 11.8	— 0.2	+ 11.6
				+ 0.377	+ 11.4			
				+ 0.432	+ 13.0			
				+ 0.380	+ 11.5			
10	1890 Mai 1	10.25	198	+ 0.359 :	+ 10.8 :	+ 10.8 :	— 1.2	+ 9.6
				+ 0.355 :	+ 10.7 :			
11	1890 Mai 4	10.00	199	— 0.085	— 2.6	— 1.5	— 1.4	— 2.9
				— 0.096	— 2.9			
				— 0.064	— 2.0			
				— 0.025	— 0.8			
				— 0.010	— 0.3			
				— 0.006	— 0.2			
12	1890 Mai 7	9.42	200	— 0.473	— 14.3	— 13.7	— 1.6	— 15.3
				— 0.466	— 14.1			
				— 0.437	— 13.2			
				— 0.433	— 13.1			
13	1890 Mai 8	10.43	201	— 0.066	— 2.0	— 0.4	— 1.7	— 2.1
				— 0.017	— 0.5			
				— 0.005	— 0.2			
				+ 0.014	+ 0.4			
				+ 0.009	+ 0.3			
14	1890 Mai 9	10.08	202	+ 0.469	+ 14.2	+ 13.4	— 1.7	+ 11.7
				+ 0.460	+ 13.9			
				+ 0.410	+ 12.4			
				+ 0.427	+ 12.9			
15	1890 Mai 17	10.57	203	+ 0.446	+ 13.5	+ 13.6	— 2.2	+ 11.4
				+ 0.463	+ 14.0			
				+ 0.442	+ 13.3			
				+ 0.450	+ 13.6			
16	1890 Mai 18	10.08	204	+ 0.050	+ 1.5	+ 1.5	— 2.2	— 0.7
				+ 0.052	+ 1.6			
				+ 0.054	+ 1.6			
				+ 0.058	+ 1.8			
				+ 0.034	+ 1.0			
17	1890 Mai 23	10.50	205	— 0.456	— 13.8	— 13.7	— 2.5	— 16.2
				— 0.442	— 13.3			
				— 0.460	— 13.9			
				— 0.452	— 13.6			
18	1890 Mai 24	10.67	207	+ 0.048	+ 1.5	+ 0.3	— 2.6	— 2.3
				+ 0.043	+ 1.3			
				+ 0.037	+ 1.1			
				— 0.025	— 0.8			
				— 0.020	— 0.6			
				— 0.023	— 0.7			

Digitized by Google

Nr.	Datum	Mittlere Zeit Potsdam	Platten-Nr.	Verschiebung in R.	Bewegung in geogr. Meilen	Mittel	Reduction auf ⊙	Bewegung rel. zur ⊙
19	1890 Mai 25	$10^h.12$	208	+ 0.427	+ 12.9	+ 12.1	— 2.6	+ 9.5
				+ 0.400	+ 12.1			
				+ 0.398	+ 12.0			
				+ 0.385	+ 11.6			
				+ 0.387	+ 11.7			
20	1890 Mai 26	10.72	209	+ 0.027	+ 0.8	+ 1.8	— 2.7	— 0.9
				+ 0.081	+ 2.4			
				+ 0.079	+ 2.4			
				+ 0.036	+ 1.1			
				+ 0.075	+ 2.3			
21	1890 Mai 27	10.18	210	— 0.357	— 10.8	— 10.7	— 2.7	— 13.4
				— 0.385	— 11.6			
				— 0.337	— 10.2			
				— 0.338	— 10.2			
22	1890 Mai 28	10.11	211	— 0.067	— 2.0	— 2.0	— 2.8	— 4.8
				— 0.078	— 2.4			
				— 0.074	— 2.2			
				— 0.060	— 1.8			
				— 0.053	— 1.6			
23	1890 Mai 31	10.29	212	— 0.392	— 11.8	— 11.5	— 2.9	— 14.4
				— 0.416	— 12.6			
				— 0.377	— 11.4			
				— 0.338	— 10.2			
24	1890 Juni 4	10.27	213	— 0.360	— 10.9	— 9.7	— 3.1	— 12.8
				— 0.325	— 9.8			
				— 0.323	— 9.7			
				— 0.275	— 8.3			
25	1891 April 24	11.17	250	+ 0.058	+ 1.8	+ 1.6	— 0.8	+ 0.8
				+ 0.043	+ 1.3			
26	1891 April 27	11.00	251	+ 0.384	+ 11.6	+ 11.5	— 1.0	+ 10.5
				+ 0.373	+ 11.3			
27	1891 Mai 3	10.67	252	— 0.362	— 10.9	— 11.3	— 1.4	+ 12.7
				— 0.384	— 11.6			

Die hier angestellten Beobachtungen von α Virginis lassen sich nun unter der Annahme einer kreisförmigen Bahn gut durch die bei Gelegenheit meiner ersten Mittheilung über α Virginis (Sitzungsbericht d. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, 24. Apr. 1890) gegebene Formel und Periode darstellen, und es hat sich gezeigt, dass die damals angenommene Periode von $4^d.011$ insoweit sicher ist, als während des zur Ableitung dieser Periode benutzten Zeitraumes der Stern weder einen ganzen Umlauf mehr noch weniger gemacht hat, als angenommen war; denn die Rechnung mit den bei entgegengesetzter Annahme folgenden Perioden von $3^d.967$ und $4^d.055$ schliesst sich, wie weiter unten gezeigt wird, an die weiteren Beobachtungen nicht in genügender Weise an. Nur eine geringe Vergrösserung der ersten Periode $4^d.011$ ist durch die bessere Darstellung der Beobachtungen angezeigt. Es ergeben sich aus den Beobachtungen von 1889 und 1890 die folgenden Elemente:

Digitized by Google

Epoche (Componente der Bahnbewegung im Visionsradius = 0) t_0 = 1890 Mai 4 10^h50 M. Z. Potsdam

Periode $p = 4^d.0134$

Bewegung des Systems = — 2.0 Meilen

Geschwindigk. in d. Gesichtslinie nach Abzug der Beweg. des Systems = $12.3 \sin\left(\frac{t-t_0}{p} 360^o\right)$ Meilen.

Die Differenz zwischen den Mitteln aus den grössten positiven und grössten negativen beobachteten Geschwindigkeiten von 4.0 Meilen würde sich auch durch die Annahme erklären lassen, dass die Bahn des Sterns beträchtlich von der Kreisbahn abwiche und die grosse Axe der elliptischen Bahn nahe senkrecht auf dem Visionsradius gelegen sei. Die Beobachtungen sind zur Zeit jedoch noch nicht ausreichend, um über diesen Punkt zu entscheiden, und da die unter der Annahme einer kreisförmigen Bahn sich ergebende Bewegung des Systems von — 2.0 Meilen einer Bewegung entspricht, wie sie nach den Potsdamer Beobachtungen im Durchschnitt den Sternen zukommt, so ist vorläufig kein Grund zu einer weiteren Annahme gegeben.

Rechnet man die um die Translations-Bewegung des Systems veränderten Beobachtungen zurück, so ergeben sich für die verschiedenen Perioden die folgenden Zahlen:

Datum	Beobachtung – Bew. des Syst.	$p = 3^d.967$ Rechn.	B. — R.	$p = 4^d.011$ Rechn.	B. — R.	$p = 4^d.055$ Rechn.	B. — R.	$p = 4^d.0134$ Rechn.	B. — R.
1889									
April 21	— 10.5	— 11.7	+ 1.2	— 12.3	+ 1.8	— 12.2	— 1.7	— 11.6	+ 1.1
29	— 11.8	— 12.3	+ 0.5	— 12.3	+ 0.5	— 12.3	+ 0.5	— 11.3	— 0.5
Mai 1	+ 11.0	+ 12.3	— 1.3	+ 12.3	— 1.3	+ 12.3	— 1.3	+ 11.4	— 0.4
1890									
April 4	— 1.4	+ 3.9	— 5.3	— 2.4	+ 1.0	— 8.0	+ 6.6	— 2.7	+ 1.3
9	— 12.0	— 11.7	— 0.3	— 12.2	+ 0.2	— 10.6	— 1.4	— 12.2	+ 0.2
10	+ 1.3	— 3.0	+ 4.3	+ 2.1	— 0.8	+ 6.7	— 5.4	+ 2.3	— 1.0
11	+ 11.1	+ 11.8	— 0.7	+ 12.2	— 1.1	+ 10.7	+ 0.4	+ 12.2	— 1.1
13	— 12.6	— 11.9	— 0.7	— 12.2	— 0.4	— 11.0	— 1.6	— 12.2	— 0.4
15	+ 13.6	+ 12.0	+ 1.6	+ 12.2	+ 1.4	+ 11.1	+ 2.5	+ 12.2	+ 1.4
Mai 1	(+ 11.6)	(+ 12.3)	(— 0.7)	(+ 12.3)	(— 0.7)	(+ 12.3)	(— 0.7)	(+ 12.3)	(— 0.7)
4	— 0.9	— 0.4	— 0.5	— 0.4	— 0.5	— 0.4	— 0.5	— 0.4	— 0.5
7	— 13.3	— 12.3	— 1.0	— 12.3	— 1.0	— 12.2	— 1.1	— 12.3	— 1.0
8	— 0.1	+ 0.6	— 0.7	— 0.3	+ 0.2	— 1.1	+ 1.0	— 0.3	+ 0.2
9	+ 13.7	+ 12.3	+ 1.4	+ 12.3	+ 1.4	+ 12.2	+ 1.5	+ 12.3	+ 1.4
17	+ 13.4	+ 12.1	+ 1.3	+ 12.3	+ 1.1	+ 11.9	+ 1.5	+ 12.3	+ 1.1
18	+ 1.3	— 1.9	+ 3.2	+ 1.1	+ 0.2	+ 3.9	— 2.6	+ 1.2	+ 0.1
23	— 14.2	— 11.9	— 2.3	— 12.3	— 1.9	— 11.3	— 2.9	— 12.2	— 2.0
24	— 0.3	+ 3.3	— 3.6	— 0.9	+ 0.6	— 5.0	+ 4.7	— 1.2	+ 0.9
25	+ 11.5	+ 11.9	— 0.4	+ 12.2	— 0.7	+ 11.0	+ 0.5	+ 12.2	— 0.7
26	+ 1.1	+ 3.7	— 2.6	+ 1.0	+ 0.1	+ 5.4	— 4.3	+ 1.2	— 0.1
27	— 11.4	— 11.8	+ 0.4	— 12.2	+ 0.8	— 10.7	— 0.7	— 12.2	+ 0.8
28	— 2.8	+ 3.5	— 6.3	— 1.6	— 1.2	— 6.3	+ 3.5	— 1.9	— 0.9
31	— 12.4	— 11.6	— 0.8	— 12.2	— 0.2	— 10.3	— 2.1	— 12.2	— 0.2
Juni 4	— 10.8	— 11.4	+ 0.6	— 12.2	+ 1.4	— 9.6	— 1.2	— 12.1	+ 1.3
1891									
April 24	+ 2.8	—	—	—	—	—	—	+ 3.0	— 0.2
27	+ 12.5	—	—	—	—	—	—	+ 11.8	+ 0.7
Mai 3	— 10.7	—	—	—	—	—	—	— 11.7	+ 1.0

Digitized by Google

Die nachträglich im Jahre 1891 angestellten Beobachtungen zeigen eine so befriedigende Uebereinstimmung mit den nach den oben gegebenen Elementen berechneten Werthen, dass vorläufig eine Verbesserung der Elemente nicht erforderlich erscheint.

Aus der letzten Columne folgt, mit Ausschluss der drei letzten Beobachtungen vom Jahre 1891, für den w.F. eines Abends ± 0.67 Meilen. Für die Genauigkeit der einmaligen Ausmessung einer Photographie ergiebt sich aus der oben gegebenen Zusammenstellung der Beobachtungen im Durchschnitt der w.F. zu ± 0.67 Meilen; die geringeren Geschwindigkeiten sind etwas sicherer aufzufassen als die grösseren. Hiernach würde der w.F. des Mittels ± 0.31 Meilen betragen, da durchschnittlich 4.5 Beobachtungen auf ein Mittel kommen. Der Unterschied mit dem aus der Vergleichung der Rechnung mit den Beobachtungen abgeleiteten Werthe erklärt sich leicht durch die Annahme geringer, für eine Aufnahme constant wirkender Auffassungsfehler.

Herr Prof. Bakhuyzen hat infolge meiner ersten Mittheilungen über die Bahnbewegung von α Virginis versucht, ob nicht die Greenwicher Beobachtungen trotz ihrer nur sehr geringen Sicherheit eine etwas genauere Ermittelung der Periode gestatten würden, da sie sich über viele Jahre erstrecken; er theilte mir mit, dass er zu der Periode $4^d\ 0^h.357$ gekommen sei. Aus späteren Mittheilungen erfuhr ich von Herrn Bakhuyzen, dass seine Bestimmung nur auf der Vergleichung einiger Beobachtungen aus den Jahren 1883 und 1886 mit den Potsdamer Beobachtungen beruhe, eine Vergleichung aller Beobachtungen aber nicht stattgefunden habe. Eine etwas genauere Wiederholung der Rechnung mit Berücksichtigung der Beobachtungszeiten habe jedoch gezeigt, dass er infolge der sonst nicht gebräuchlichen Stundenzählung von Mitternacht zu Mitternacht, die in Greenwich seit 1885 eingeführt worden ist, eine Beobachtung zu 1886 Mai 4 gezählt habe, welche nach astronomischer Zählung Mai 3 stattgefunden hat, und dass nach Berichtigung dieses Versehens die Periode sich zu $4^d\ 0^h.324$ ergäbe. Ich erwähne das nur, weil Herr Christie in seinem Annual Report für 1890 die oben erwähnte Periode $4^d\ 0^h.357$ bereits im Druck mitgetheilt hat.

Ich habe die Greenwicher Beobachtungen etwas eingehender untersucht und bin dabei zu dem Resultate gekommen, dass sie kaum als ausreichend zu einer nachträglichen Bestätigung der Potsdamer Beobachtungen angesehen werden können, keinesfalls aber aus ihnen mit einiger Sicherheit eine Verbesserung der gefundenen Periode abgeleitet werden kann.

Die folgenden in Greenwich angestellten Beobachtungen über α Virginis sind aus den Spectroscopic Results und aus den Monthly Notices entnommen; die Beobachtungszeiten sind nach mittlerer Zeit Greenwich angegeben; die gemessenen Bewegungen im Visionsradius sind in geographische Meilen umgerechnet.

Mittl. Zeit Greenw.			Bew. rel. zur ⊙	Mittl. Zeit Greenw.			Bew. rel. zur ⊙	Mittl. Zeit Greenw.			Bew. rel. zur ⊙
1876 Febr.	23^d	—	+ 8.1	1883 Mai	16	$11^h.97$	— 5.7	1889 März	27	$11^h.41$	+ 6.8
1878 März	30	—	— 0.1	Mai	24	10.18	— 11.1	April	15	10.52	+ 10.0
April	11	—	+ 5.8	Mai	31	12.42	— 4.3	April	30	10.52	— 2.1
Mai	11	—	— 2.0	1884 April	5	10.57	— 8.2	Mai	2	11.53	— 1.9
1880 Mai	1	$11^h.45$	+ 0.1	Mai	30	10.57	— 3.4	1890 April	22	10	+ 4.3
Mai	15	11.32	— 1.2	1885 März	14	10.55	— 5.5	April	30	11	— 6.1
Mai	25	9.48	— 0.5	1886 April	30	11.38	— 3.6	Mai	12	10	— 11.6
1881 Mai	13	9.48	— 5.2	Mai	3	13.42	— 13.2	Mai	15	10	— 12.8
1882 April	8	10.85	— 4.6	Mai	18	11.02	— 1.6	Mai	21	11	+ 5.8
1883 März	30	11.77	— 0.8	1888 Mai	7	11.00	— 6.8	Mai	23	11	— 14.4
Mai	7	11.10	— 12.1	Mai	23	10.83	— 8.3	Mai	31	11	— 13.8

Digitized by Google

Berechnet man unter Zugrundelegung sämmtlicher 33 Beobachtungen von α Virginis den w.F. für die Bestimmung an einem Abend, ohne eine Bahnbewegung einzuführen, so ergiebt sich $\pm$ 4.4 geogr. Meilen, ein Werth, der, wie aus dem letzten Abschnitt ersichtlich ist, die sich bei den Greenwicher Beobachtungen ergebenden w.F. nicht übersteigt. Hieraus geht zunächst hervor, dass nach den Greenwicher Beobachtungen durchaus nicht mehr Anlass zu der Vermuthung einer periodischen Bewegungsänderung für α Virginis vorliegen würde, als für andere Sterne.

Rechnet man mit den oben gegebenen Elementen bis 1886 zurück, so ergiebt sich, dass ein Minimum der Bewegung im Visionsradius 1886 April 30 13^h12 und ein negatives Maximum 1886 Mai 3 13^h36 M. Z. Potsdam stattgefunden hat, was mit den Greenwicher Beobachtungen von diesen Tagen in recht guter Uebereinstimmung ist. Aus der Zwischenzeit der beiden Minima 1886 und 1890 ergeben sich noch die Perioden 3^d970 und 4^d058. Mit diesen beiden Perioden und der die Potsdamer Beobachtungen am besten darstellenden Periode 4^d0134 habe ich die Greenwicher Beobachtungen nach der Formel $12.3 \sin\left(\frac{t-t_0}{p} 360^\circ\right)$ berechnet, nachdem noch die aus den Potsdamer Beobachtungen abgeleitete Bewegung des Systems in Abzug gebracht worden war. Weiter mit der Rechnung zurückzugehen, schien mir nicht zulässig, da selbst die Periode 4^d0134 noch um einige Einheiten der dritten Decimale unsicher sein kann.

Vergleicht man die Greenwicher Beobachtungen von 1883 unter sich unter Annahme der Periode 4^d0134, so zeigt sich, dass die erste und letzte Beobachtung nicht gut mit den drei mittleren zu vereinigen ist. Ein befriedigender Anschluss der Beobachtung von 1885 an die Beobachtungen von 1886 gelingt ebenfalls nicht. Der Rechnung nach müsste nahe ein positiver Maximalwerth sich ergeben. Die Beobachtung ist aber schon dadurch auffallend, dass die beiden Werthe, aus denen das Mittel gebildet wurde, sehr stark abweichen (— 0.1 und — 10.9 geogr. Meilen).

Datum	Beobachtung — Bew. des Syst.	$p = 3^d970$		$p = 4^d0134$		$p = 4^d058$	
		Rechn.	B. — R.	Rechn.	B. — R.	Rechn.	B. — R.
1886							
April 30	— 1.6	+ 0.1	— 1.7	— 0.7	— 0.9	+ 0.2	— 1.8
Mai 3	— 11.2	— 12.1	+ 0.9	— 12.3	+ 1.1	— 12.3	+ 1.1
Mai 18	+ 0.4	— 2.4	+ 2.8	+ 2.1	— 1.7	+ 4.9	— 4.5
1888							
Mai 7	— 4.8	— 7.8	+ 3.0	— 8.9	+ 4.1	— 9.5	+ 4.7
Mai 23	— 6.3	— 5.9	— 0.4	— 9.7	+ 3.4	— 11.7	+ 5.4
1889							
März 27	+ 8.8	— 0.6	+ 9.4	— 7.5	+ 16.3	— 11.9	+ 20.7
April 15	+ 12.0	+ 12.0	0.0	+ 10.8	+ 1.2	+ 8.4	+ 3.6
April 30	— 0.1	+ 4.7	— 4.8	+ 5.0	— 5.1	+ 5.8	— 5.9
Mai 2	+ 0.1	— 5.7	+ 5.8	— 5.7	+ 5.8	— 6.0	+ 6.1

Hieraus resultirt: w.F. für eine Beobachtung mit der Periode $3^d970 = \pm$ 3.1, mit der Periode $4^d0134 = \pm$ 4.5 und mit der Periode $4^d058 = \pm$ 5.8; ohne Bahnbewegung beträgt der w.F. $\pm$ 4.8 Meilen. Durch die Periode 3^d970 werden demnach zwar die Greenwicher Beobachtungen von 1886 bis 1889 am besten dargestellt, die fast gleiche Periode von 3^d967 ist aber für die Potsdamer Beobachtungen nicht mehr zulässig, indem der w.F. einer Beobachtung von $\pm$ 0.67 Meilen auf $\pm$ 1.71 Meilen erhöht wird.

Digitized by Google

Ich führe die bei Anlass der ersten Mittheilungen über die Beobachtungen von α Virginis (a. o. a. O.) gegebene Berechnung über die Grösse der Bahn und die Masse des Sterns mit den neueren Werthen nochmals durch. Unter der Annahme einer kreisförmigen Bahn, der Periode von $4^{d}.0134$, der Geschwindigkeit von 12.3 Meilen und gleicher Masse beider Componenten ergiebt sich für α Virginis: Abstand vom Schwerpunkt 679000 geogr. Meilen, Masse des Systems $= 2.6\,\odot$. Bei einer Parallaxe von $0''.2$ würde das Maximum der scheinbaren Entfernung beider Componenten $0''.014$ betragen, so dass der Begleiter auch für die mächtigsten Instrumente nicht sichtbar sein wird.

Schliesslich möchte ich nicht unerwähnt lassen, dass bei wiederholter Besichtigung der photographischen Platten und bei Gelegenheit der Messungen der Eindruck immer mehr an Sicherheit gewonnen hat, dass sich der Begleiter von α Virginis doch auf den Aufnahmen eben noch bemerkbar macht. Auf mehreren Platten — Maximalbewegung — scheint derjenige Rand der breiten $H\gamma$-Linie, dem die künstliche Linie am nächsten liegt, etwas mehr und allmählicher verwaschen zu sein als der andere Rand; desgleichen scheint bei einigen anderen Platten — Minimalbewegung — die $H\gamma$-Linie etwas schmaler zu sein, auch lassen sich auf diesen Platten andere Linien im Spectrum infolge geringerer Verwaschenheit besser erkennen. Diese Wahrnehmungen würden so zu deuten sein, dass der Begleiter ein ähnliches Spectrum besitzt wie der Hauptstern, und dass die $H\gamma$-Linie ebenfalls breit und verwaschen, aber so schwach im Vergleich zur Linie im Spectrum des Hauptsterns ist, dass nur bei sorgfältigster, wiederholter Betrachtung der Photographien ihre Anwesenheit vermuthet werden kann. Auf die Messungen ist die beobachtete Erscheinung ohne Einfluss; wenn das Spectrum des Begleiters jedoch kräftiger wäre, könnte es auf die Messung der Maximalbewegung die Wirkung ausüben, dass die Ausschläge etwas geringer gemessen würden, als sie in Wirklichkeit sind.

Man würde sich den Begleiter, wenn man den Wahrnehmungen Realität beilegen will, als etwa 3^{ter} Grösse zu denken haben, und es wäre nicht unmöglich, dass in lichtstärkeren Instrumenten sich die Anwesenheit desselben durch geringe periodische Veränderungen des Gesammtspectrums deutlicher zeigte.

III. *β Aurigae.*

Die erste Aufnahme von β Aurigae auf dem Potsdamer Observatorium datirt vom 14. Nov. 1888, die zweite vom 3. Jan. 1889. Auf beiden Platten befinden sich nahe an der Stelle, wo die Magnesiumlinie 448 $\mu\mu$ liegt, zwei Linien von beinahe derselben Stärke. Etwas Auffallendes war damit bei der damals noch geringen Kenntniss dieser Gegend der Sternspectra nicht gegeben. Bei wiederholten Aufnahmen hätte jedoch die Wahrnehmung des nur zeitweiligen Auftretens zweier Linien an der angegebenen Stelle und der paarweisen Gruppirung anderer feinen Linien im Spectrum nicht unbemerkt bleiben können. Inzwischen war die Entdeckung der binären Natur von β Aurigae auf dem Harvard College Observatory bekannt geworden*), und infolge dessen sind im November 1890 hier noch weitere Beobachtungen angestellt worden, welche die in Cambridge gemachten auf das unzweifelhafteste bestätigen. Ich lasse die Beobachtungen hier folgen:

1888 Nov. 14 $10^{h}\,3^{m}$ M. Z. Potsdam.

Die Magnesiumlinie 448 $\mu\mu$ ist doppelt, die weniger brechbare Componente scheint etwas breiter und kräftiger zu sein als die brechbarere. Aus mehreren Messungen ergiebt sich die Distanz

*) Henry Draper Memorial. Fourth annual report, 1890.

Digitized by Google

beider Linien zu $0^{R}700$, entsprechend 25.4 geogr. Meilen*). Noch viele schwächere Linien sind im Spectrum (zwischen 423 $\mu\mu$ und 458 $\mu\mu$) zu erkennen, die sämmtlich doppelt sind.

1889 Jan. 3 $6^{h}\,30^{m}$ M. Z. Potsdam.

Zahlreiche Linien im Spectrum, deren paarweise Gruppirung auffällig ist. Am deutlichsten tritt die Magnesiumlinie hervor. Die Componenten sind ungleich, die weniger brechbare Linie ist entschieden schwächer. Aus mehreren Messungen des Abstandes dieser Linien ergiebt sich im Mittel $0^{R}718$, entsprechend einer Bewegung von 26.1 geogr. Meilen.

1890 Nov. 22 $9^{h}\,30^{m}$ M. Z. Potsdam.

Die Linien im Spectrum erscheinen einfach, doch etwas breit. Aus der Breite der Magnesiumlinie könnte auf eine Bewegung von ca. 4 Meilen geschlossen werden.

Ich habe noch die Distanz einiger Linien, von der Magnesiumlinie ausgehend, gemessen. Die Messungen, welche nicht genauer sind, als zu einer Identificirung erforderlich ist, lasse ich folgen und habe die Wellenlängen, die sich aus der Vergleichung mit den genaueren Messungen in den Spectren von α Canis majoris und α Lyrae ergeben, beigefügt.

$2^{R}51$	446.9 $\mu\mu$
Mg 5.70	448.1
7.62 *)	448.9
8.25	449.2
10.66	450.2
17.47	452.9
18.71	453.4
22.35	455.0

*) Sehr schwach.

1890 Nov. 25 $9^{h}\,43^{m}$ M. Z. Potsdam.

Die zahlreichen Linien im Spectrum sind sämmtlich doppelt. Die Componenten der Magnesiumlinie 448 $\mu\mu$ sind ungleich, die weniger brechbare ist breiter und vielleicht auch etwas stärker. Bei den anderen Linien, die viel zarter sind als die Magnesiumlinie, ist der Unterschied der Componenten noch schwieriger mit Sicherheit festzustellen, doch scheint bei den meisten die weniger brechbare Componente kräftiger zu sein.

Aus 9 Messungen der Entfernung der Magnesiumlinien ergiebt sich die Distanz beider zu $0^{R}815$, entsprechend 29.6 geogr. Meilen.

---

*) Zur Berechnung der Bewegung in Meilen aus der gemessenen Verschiebung an Linien verschiedener Wellenlänge dient das folgende Täfelchen:

λ	1^{R}
448 $\mu\mu$	36.3 Meilen
449	36.6
450	36.9
451	37.1
452	37.4
453	37.7
454	37.9
455	38.2

Digitized by Google

Im Mittel aus je 7 bis 8 Messungen resultirt für die Distanz anderer Linien:

Wellenlänge	Distanz	Rel. Bew. in geogr. Meilen
449.2	$0^{R}.756$ (7)	27.7
450.2	0.744 (7)	27.5
453.4	0.761 (8)	28.8
455.0	0.758 (8)	29.0

Im Mittel aus allen Beobachtungen folgt 28.6 Meilen. Aus der fast genau 4tägigen Periode ergiebt sich mit Hinzuziehung der Beobachtung vom 22. November, dass dieser Werth nahezu den Maximalwerth darstellt, da die Beobachtung zu einer Zeit angestellt wurde, die höchstens 3 Stunden vom Maximalpunkt entfernt liegt. Die Aenderung in dieser Zeit beträgt aber noch keine Meile.

1890 Nov. 26 $10^{h}\,10^{m}$ M.Z. Potsdam.

Die Linien sind einfach. Infolge grosser Kälte und beträchtlicher Temperaturschwankung während der Aufnahme erscheinen die Linien etwas verwaschen. Einige in der Nähe der Magnesiumlinie befindliche Linien sind gemessen worden.

Mg $5^{R}.70$	448.1 $\mu\mu$
7.65	448.9
8.18	449.2
15.96	452.3
18.67	453.4
22.27	455.0

Es ist auffallend, dass von den schwachen Linien in den Spectren der weissen Sterne auf manchen Aufnahmen Linien gut sichtbar sind, die auf anderen, häufig sogar unter günstigeren Umständen hergestellten Photographien kaum oder gar nicht zu erkennen sind. Diese zuerst an den Spectren von Sirius und Wega wahrgenommene Erscheinung zeigt sich auch recht deutlich bei den Aufnahmen von β Aurigae.

1890 Dec. 14 $8^{h}\,0^{m}$ M.Z. Potsdam.

Eine unter ungünstigen Luftverhältnissen und bei grosser Kälte gemachte Aufnahme. Die Linien erscheinen einfach.

1890 Dec. 21 $6^{h}\,38^{m}$ M.Z. Potsdam.

Luft nicht günstig, die Photographie ist aber doch zum Messen der Bewegung des Systems gegen die Sonne, wie zum Messen der Bahn-Bewegung der Componenten aus dem Abstande der Magnesiumlinie geeignet. Ausser der Magnesiumlinie sind andere Linien nicht sicher zu fixiren. Die brechbarere von den Magnesiumlinien ist die stärkere und breitere. Aus 6 Messungen resultirt $0^{R}.761$, entsprechend 27.6 geogr. Meilen.

Die wenigen hier gemachten Beobachtungen bestätigen, wie schon eingangs erwähnt, die Cambridger Beobachtungen auf das vollkommenste. Es ist durch dieselben dargethan, dass die Verdoppelung der Linien jeden zweiten Tag eintritt, dass die Componenten der Doppellinien nicht genau gleich sind, so dass sich noch ein halber Umlauf von einem ganzen unterscheiden lässt, was bei Ableitung der Periode aus längeren Zeiträumen von Wichtigkeit ist, dass die Spectra beider Sterne

Digitized by Google

innerhalb des im Potsdamer Spectrographen abgebildeten Stückes des Spectrums von $\mu\mu$ 423 bis 458 gleich sind, und endlich, dass die im Visionsradius gelegene Componente der Geschwindigkeit bis zu etwa 30 geogr. Meilen anwachsen kann.

Mit kräftigeren Hülfsmitteln, als den mir zu Gebote stehenden, wäre es nicht schwer, bei Anwendung eines Spaltspectrographen durch Messung gegen die Magnesiumlinie (Wellenlänge 448 $\mu\mu$) die Bewegungsgeschwindigkeit eines jeden Körpers getrennt für sich zu ermitteln. Besonders würde sich hierzu das Eisenspectrum eignen, welches in der Nähe der erwähnten Magnesiumlinie nur wenige und zarte Linien besitzt. Die beim Ueberspringen des elektrischen Funkens von Magnesiumelektroden in freier Luft entstehende Linie lässt keine sichere Messung mit der entsprechenden Sternlinie zu, da sie stets breit und verwaschen erscheint.

Ich zweifle nicht, dass es selbst mit dem hiesigen Instrument gelingen würde, nach dieser Richtung hin etwas weiter zu kommen, habe aber derartige Beobachtungen einstweilen unterlassen, da die Trennung der Spectrallinien im Februar und März 1891 in eine Zeit fiel, zu welcher der Stern nicht gut zu beobachten war. Dagegen habe ich versucht, ob aus den früher gemachten photographischen Aufnahmen weitere Schlüsse über eine etwaige — infolge ungleicher Massen — verschiedene Bahngeschwindigkeit der Componenten des Systems gezogen werden können, da aus der Wahrnehmung, dass die Spectra beider Körper nahezu gleiche Helligkeit besitzen, ohne Weiteres kein Schluss auf Gleichheit der Massen zulässig ist.

Zunächst ergiebt sich direct aus den Beobachtungen über die Bewegung des Systems gegen die Sonne, dass der Schwerpunkt beider Körper sehr nahe in der Mitte der Verbindungslinie derselben gelegen sein muss, indem die Beobachtungen an den einzelnen Abenden bei verschiedenen Stellungen der Körper zum Visionsradius keine grösseren Abweichungen vom Mittelwerth als 1.6 geogr. Meilen zeigen. Läge der Schwerpunkt des Systems einem der Körper wesentlich näher, so müsste sich das bei den auf die Wasserstofflinie $H\gamma$, welche infolge ihrer Breite zu den Zeiten, zu welchen die zarten Linien im Spectrum sich verdoppeln, nur stärker verbreitert erscheint, sich beziehenden Messungen sehr deutlich aussprechen, indem dadurch eine periodisch wechselnde Lagenveränderung der Wasserstofflinie hervorgebracht werden würde.

Ferner ist bei zwei Aufnahmen, der vom 25. November und der vom 21. December 1890, die Temperatur während der Beobachtung und infolge dessen die Einstellung am Collimator und am Camera-Objectiv des Spectrographen dieselbe gewesen, und es lässt sich daher die gleiche Dispersion voraussetzen. An beiden Tagen sind die Linien im Spectrum getrennt, doch befinden sich die Körper in verschiedenen Phasen der Bewegung, da am 25. November die weniger brechbare der Componenten die stärkere war, während am 21. December das Entgegengesetzte stattfand. Die Distanz: Mitte der Mg-Linie (448 $\mu\mu$) und der künstlichen Wasserstofflinie $H\gamma$ auf beiden Platten müsste, nach Berücksichtigung des Einflusses der Erdbewegung in der Zwischenzeit, gleich sein, wenn die Bahngeschwindigkeit beider Körper dieselbe ist, sie müsste aber im anderen Falle um eine Grösse verschieden sein, welche dem doppelten Betrage der Ungleichheit der Bewegung beider Körper entspräche. Die Messungen haben Folgendes ergeben:

1) Platten einzeln gemessen, Mittel aus je 6 Distanz-Messungen: Nov. 25, $39^{R}.076$; Dec. 21, $39^{R}.163$.
2) Platten mit der Bildseite sich berührend über einander gelegt, Mittel aus je 4 Messungen: 1. Reihe Nov. 25, $39^{R}.059$; Dec. 21, $39^{R}.099$; 2. Reihe Nov. 25, $39^{R}.016$; Dec. 21, $39^{R}.145$.

Die Aenderung der im Visionsradius gelegenen Componente der Erdbewegung beträgt zwischen 25. Nov. und 21. Dec. 1.66 geogr. Meilen, entsprechend $0^{R}.050$ (für die Mitte zwischen der

Digitized by Google

$H\gamma$-Linie und der Mg-Linie ist $1^R = 33.25$ Meilen), und zwar muss die Distanz am 25. Nov. um diesen Betrag vergrössert werden. Hiermit werden die Zahlen:

Nov. 25	$39^R.126$	Dec. 21	$39^R.163$
	109		099
	066		145
Mittel	39.100		39.136

Diese Uebereinstimmung lässt keinen Zweifel übrig, dass die Geschwindigkeit beider Körper in der Bahn zur Zeit der grössten Elongation wenig von einander verschieden ist.

Es könnte noch eine dritte Beobachtung vom 22. Nov. 1890 zur Bestätigung des Gefundenen hinzugenommen werden, bei welcher die Mg-Linien nicht getrennt erschienen, und bei welcher die Temperatur während der Beobachtung nicht so erheblich von der bei den oben benutzten Beobachtungen verschieden gewesen ist, dass eine Reduction der Messungen auf eine dieser Beobachtungen mit zu grosser Unsicherheit behaftet wäre. Die Distanz zwischen Mg-Linie und künstlicher $H\gamma$-Linie ergab sich im Mittel aus je 18 Einstellungen zu $39^R.189$; dieselbe ist um $0^R.056$ zu verkleinern, um sie auf die Dispersion bei den Beobachtungen vom 25. November und 21. December zu bringen. Zur Reduction der Messungen auf die Beobachtung vom 21. December ist die Erdbewegung 1.83 geogr. Meilen, entsprechend $0^R.055$, zu berücksichtigen, und damit resultirt für Nov. 22 der Werth für die Distanz: Mg-Linie — künstliche $H\gamma$-Linie $= 39^R.188$.

Weitere Beobachtungen über die periodische Verdoppelung der Linien im Spectrum von β Aurigae hier anzureihen, hätte meines Erachtens keinen Zweck gehabt, da aus dem grossen in Cambridge angesammelten Beobachtungsmaterial die Periode des Umlaufs beider Sterne sich mit grosser Sicherheit hat ermitteln lassen. Pickering hat im Januarheft (1891) des »Sidereal Messenger« nur eine vorläufige kurze Angabe über die aus den Cambridger Beobachtungen sich ergebende Periode für β Aurigae gemacht: Umlaufszeit $3^d\,23^h\,36^m.7$, Linien in dem Spectrum einfach ungefähr 1891 Januar 1 mittl. Mittag Greenwich.

Mit dieser Periode habe ich unter der Annahme, dass die grösste Distanz der Linien 28 geogr. Meilen entspricht, die Potsdamer Beobachtungen zurückberechnet und die beste Uebereinstimmung unter der Annahme für die Epoche (Linien einfach) 1891 Januar 1, 3^h m. Zt. Greenwich erhalten.

Datum	Berechnet geogr. Meilen	Beobachtet geogr. Meilen	Brechbarere Componente
1888 Nov. 14^d 10^h 3^m	— 27.2	25.4	die schwächere
1889 Jan. 3 6 30	+ 26.7	26.1	die stärkere
1890 Nov. 22 9 30	+ 3.2	4:	—
» 25 9 43	— 27.2	28.6	die schwächere
» 26 10 10	+ 5.0	0:	(Componenten nicht getrennt)
Dec. 14 8 0	— 4.3	0:	(Componenten nicht getrennt)
» 21 6 38	+ 27.8	27.6	die stärkere

Zur weiteren Charakteristik des Doppelsternsystems und zur Vervollständigung der obigen Angaben führe ich noch an, dass 1891 Januar 2, 3^h m. Zt. Greenwich, die brechbarere der getrennten Linien die stärkere gewesen ist.

Digitized by Google

Unter der Voraussetzung, dass die Bahnebene beider Körper kreisförmig und ihre Neigung gegen die Gesichtslinie gering ist, ergiebt sich unter Zugrundelegung einer Periode von rund 4 Tagen und einer Bahngeschwindigkeit von 15 geogr. Meilen die Entfernung beider Körper zu 1650000 geogr. Meilen, die Masse des Systems würde $= 4.7 \odot$ sein.

IV. ζ *Ursae majoris* (Mizar).

Während bei β Aurigae sich schon in einigen Stunden Veränderungen im Spectrum zeigen und die Entfernung der periodisch mit grösster Regelmässigkeit auftretenden Doppellinien mit grosser Genauigkeit gemessen werden kann, gelingen die Beobachtungen zur Bestätigung der in Cambridge beobachteten Duplicität des Hauptsterns von ζ Ursae majoris nicht so leicht. Es liegt das zunächst in der längeren Dauer der Periode, hauptsächlich aber darin, dass die Zeit, zu welcher die Linien doppelt erscheinen, verhältnissmässig nur sehr kurz ist, und dass ausserdem noch Unregelmässigkeiten beobachtet worden sind. Die aus den Cambridger Beobachtungen abgeleitete Periode beträgt etwa 105 Tage, und danach wäre zu erwarten, dass alle 52 Tage die Linien im Spectrum doppelt erscheinen würden; das erfolgt jedoch nicht mit genügender Regelmässigkeit, und es ist mit einiger Sicherheit auf eine Trennung nur alle 105 Tage zu rechnen.

Pickering schliesst hieraus auf eine stark elliptische Bahn beider Körper, deren grosse Axe nahe senkrecht zum Visionsradius gelegen ist. In der That würde sich hieraus erklären, dass die Linien nur wenige Tage getrennt erscheinen können, und dass die relative Bewegung der Körper nur einmal während eines Umlaufs zur Zeit des Periastrons so stark wäre, dass die Spectrallinien deutlich getrennt erscheinen, während dieselben in der halben Periode infolge der geringeren Geschwindigkeit nur verbreitert oder verwaschen sein können. Nach dem grossen Beobachtungsmaterial, welches in Cambridge angesammelt wurde, scheinen jedoch auch hierbei noch Unregelmässigkeiten vorzukommen, so dass zur Zeit die Verhältnisse dieses Systems als noch nicht ganz aufgeklärt angesehen werden müssen.

Den grössten in Cambridge beobachteten Elongationen der Linien entspricht eine relative Geschwindigkeit beider Körper von ca. 22 geogr. Meilen (100 miles), was unter Zugrundelegung einer kreisförmigen Bahn zu ganz enormen Massen für die Körper im Vergleich zur Sonnenmasse führen würde, so dass auch hierdurch die Annahme einer stark elliptischen Bahn an Wahrscheinlichkeit gewinnt.

Ich lasse nun die hier angestellten Beobachtungen folgen:

1889 Mai 25 $11^h 50^m$ M. Z. Potsdam.

Ausgezeichnet schöne Aufnahme. Viele zarte Linien sind im Spectrum zu sehen, die alle scharf erscheinen. Eine Gruppe von Linien in der Nähe der Magnesiumlinie 448 $\mu\mu$ ist gemessen worden; die Linien konnten mit Linien im Spectrum von α Canis majoris, α Lyrae und α Cygni identificirt werden; ihre Wellenlängen sind folgende:

$\mu\mu$	$\mu\mu$
446.9	450.9
448.1 Mg	451.6
448.9	452.1
449.2	453.4
450.2	455.0

Digitized by Google

1890 März 13 $9^h\,0^m$ M. Z. Potsdam.

Aufnahme kräftig und gut. Die Mg-Linie erscheint sehr breit; einige von den Linien in der Nähe der Mg-Linie sind nur ganz schwach angedeutet, Linien in anderen Theilen des Spectrums sind breit und verwaschen.

1890 März 15 $9^h\,0^m$ M. Z. Potsdam.

Mg-Linie breit, sonst nur wenige Linien sichtbar, die breit und verwaschen sind.

1890 März 29 $9^h\,0^m$ M. Z. Potsdam.

Von der Liniengruppe in der Nähe der Mg-Linie sind nur zu sehen: W. L. 446.9; 448.1; 450.2 schwach; 455.0 breit und verwaschen. Das Spectrum ist in diesem Theile nicht so gut, wie in dem weniger brechbaren Theile von der $H\gamma$-Linie an gerechnet (434 bis 423 $\mu\mu$), dort sind mehr Linien zu erkennen.

1890 Juli 9 $10^h\,45^m$ M. Z. Potsdam.

In der Nähe der Mg-Linie sind zu messen die Linien: 446.9 $\mu\mu$; 448.1; 450.9; 453.4 und 455.0. Linien einfach.

1890 Juli 13 $10^h\,20^m$ M. Z. Potsdam.

Folgende Linien wurden gemessen: 446.9 $\mu\mu$; 448.1 vielleicht doppelt, jedenfalls breit und verwaschen; 450.9 breit und verwaschen; 455.0 breit. Zwischen den beiden letzten Linien Andeutungen von Linien, die aber infolge ihrer Schwäche nicht zu messen waren.

1890 Juli 14 $10^h\,35^m$ M. Z. Potsdam.

Mg-Linie doppelt, Distanz ca. 15 geogr. Meilen. Linie bei 455.0 $\mu\mu$ doppelt und verwaschen, zwischen dieser und der Mg-Linie Andeutungen von Linien, die sämmtlich breit sind und den Eindruck von Doppellinien machen.

1890 Sept. 5 $9^h\,0^m$ M. Z. Potsdam.

Nur die Mg-Linie mit Bestimmtheit zu sehen; sie ist ohne Zweifel doppelt.

1890 Sept. 8 $8^h\,3^m$ M. Z. Potsdam.

Folgende Linien in der Nähe der Mg-Linie sind gemessen worden: 446.9; 448.1 etwas verwaschen; 450.2 breit; 453.4 breit und verwaschen; 455.0 breit, etwas verwaschen.

Nach den Cambridger Beobachtungen und unter Zugrundelegung der Periode von 105 Tagen wäre eine Verdoppelung der Linien im Spectrum von ζ Ursae majoris zu erwarten gewesen 1889 Mai 19, 1890 März 30, Juli 13 und Sept. 4. Nach der Potsdamer Beobachtung vom 25. Mai 1889 ist mit Bestimmtheit keine Andeutung von Verdoppelung der Spectrallinien gegeben. Da aber nach brieflichen Mittheilungen Mai 17 und 18 in Cambridge eine Verdoppelung beobachtet worden ist, scheint das Maximum etwas eher eingetreten zu sein. Mai 25 ist auch β Ursae majoris aufgenommen worden, und es ist denkbar, obgleich sehr unwahrscheinlich, dass eine Verwechselung bei der Bezeichnung der Platten stattgefunden hat. Auf der Platte, die deutlich mit Bleistift die Bezeichnung »β« trägt, ist die Mg-Linie sehr breit und verwaschen. Die Bewegung im Visionsradius kann keine sichere Entscheidung geben, da beide Sterne in Bezug auf ihre Bewegung nicht sehr verschieden sind. Im Falle wirklich eine Verwechselung der Platten stattgefunden hat, würde die Beobachtung als eine Bestätigung der Pickeringschen Beobachtungen angesehen werden können.

Digitized by Google

Aus den Beobachtungen von 1890, März 13 und 15 könnte man schliessen, dass die Verbreiterung und Verwaschenheit der Linien eine Folge der Bewegung sei, dann wäre das Maximum aber zwei Wochen früher eingetreten, als zu erwarten war. Bei März 13 findet sich im Beobachtungsjournal die Notiz »Luft etwas unruhig, recht durchsichtig«, und da ist es allerdings auffällig, dass nur wenige Linien im Spectrum sichtbar sind, und dass die Linien breit und verwaschen sind. März 15 ist die Bemerkung über den Luftzustand: »ruhig, aber sehr undurchsichtig«. Hiernach ist es nicht auffallend, dass nur wenige Linien im Spectrum auftreten, eher aber, dass dieselben verwaschen sind.

Dass in der Beobachtung von März 29, die genau auf die Zeit des zu erwartenden Maximums fällt, von einer Liniengruppe verhältnissmässig wenige Linien zu sehen waren und eine etwas breit und verwaschen erschien, kann nicht als Beleg für eine Duplicität von ζ Ursae majoris dienen; die Bemerkung über die Luftbeschaffenheit lautet: »etwas unruhig und nicht sehr durchsichtig«.

Die Beobachtungen von Juli 13, Juli 14, Sept. 5 und Sept. 8 deuten dagegen unzweifelhaft eine Trennung der Spectrallinien infolge von Bewegung zweier nahestehender Körper von gleicher Helligkeit und mit gleichen Spectren an, wogegen die Beobachtung von Juli 9 einen Beleg dafür giebt, dass die Linien nur kurze Zeit getrennt oder verbreitert erscheinen.

V. β *Orionis* (Rigel).

In dem Spectrum von β Orionis (Classe Ib) ist die Wasserstofflinie $H\gamma$ schmal im Vergleich zu den Spectren der Classe Ia und gut begrenzt, und somit schien von vornherein die Möglichkeit, gerade bei diesem Stern sehr genaue Verschiebungsmessungen ausführen zu können, gegeben. Die Beobachtungen haben diese Vermuthung nicht bestätigt. Es zeigten sich zwischen meinen und Dr. Scheiners Messungen Abweichungen, welche die Sicherheitsgrenze überschritten, die für die Ausmessung der Sterne der ersten Spectralclasse ermittelt worden war, und die zunächst Verschiedenheiten der Auffassung bei mehreren Platten documentirten, andererseits aber erkennen liessen, dass die infolge der Erdbewegung eintretende Veränderung in der Verschiebung nicht regelmässig erfolgte, sondern Sprünge zeigte, die sowohl in meinen, als auch in Dr. Scheiners Messungen zu erkennen sind. Es lag die Vermuthung nahe, dass fortgesetzte Beobachtungen einen periodischen Wechsel in diesen Abweichungen erkennen lassen würden, und dass dieselben vielleicht durch eine Bahnbewegung des Sterns zu erklären seien. Aus den Beobachtungen ist ein einigermassen sicheres Resultat in dieser Richtung jedoch nicht hervorgegangen, da sich herausgestellt hat, dass, sobald infolge der Erdbewegung die künstliche Linie den einen Rand der Sternlinie berührt, wegen der scharfen Begrenzung der letzteren es schwer wird, zu beurtheilen, ob nur eine Ränderberührung beider Linien stattfindet, oder ob die künstliche Linie schon völlig auf dem continuirlichen Spectrum liegt. Die vermutheten periodischen Schwankungen könnten nicht reell und lediglich durch diesen Umstand hervorgebracht sein; ich halte es aber nicht für ausgeschlossen, dass solche thatsächlich vorhanden sind, jedoch durch die hervorgehobenen Messungsunsicherheiten verschleiert erscheinen. Aus diesem Grunde ist auch die Mittheilung der Beobachtungen hier getrennt von den anderen Sternen erfolgt.

Mit Anwendung stärkerer Zerstreuung wird für den vorliegenden Fall nicht mehr erreicht werden können; doch dürfte es gelingen, durch Anschluss der Linien im Sternspectrum an Linien des Eisenspectrums genauere Messungen zu erhalten. Als besonders geeignet erschienen hierzu die Linien von der Wellenlänge 448 $\mu\mu$ und 447 $\mu\mu$, die im Spectrum von β Orionis sehr gut ausgeprägt sind.

Digitized by Google

Beobachter: Vogel.

Datum	Mittlere Zeit Potsdam	Platten-Nr.	Verschiebung	Mittel	Bemerkungen
1888 Oct. 19	16^h13	12	$-0^s.059$	$-0^s.055$	Gute Aufnahme.
			-0.050		
			-0.035	-0.035	
			-0.041	-0.041	
			-0.031	-0.031	
1888 Oct. 24	14.25	17	$+0.018$	$+0.010$	Gute Aufnahme.
			$+0.002$		
			$-0.01:$	$-0.01:$	
			$-0.01:$	$-0.01:$	
			$+0.02:$	$+0.02:$	
1888 Nov. 5	12.00	24	$+0.017$	$+0.022$	Gute Aufnahme; künstliche $H\gamma$-Linie etwas breit. Bei starker Vergrösserung gut messbar.
			$+0.027$		
			$+0.035$	$+0.035$	
			$+0.014$	$+0.014$	
			$+0.024$	$+0.024$	
1888 Dec. 3	11.42	49	$+0.036$	$+0.036$	Aufnahme zu matt; ein Fehler in der Nähe der $H\gamma$-Linie im Sternspectrum stört.
			$+0.076$	$+0.076$	
			$+0.040$	$+0.040$	
1888 Dec. 10	11.83	65	$+0.030$	$+0.040$	Aufnahme ziemlich gut, Spectrum etwas zu breit, sehr starkes Silberkorn.
			$+0.049$		
			$+0.103$	$+0.103$	
			$+0.085$	$+0.085$	
1889 Jan. 2	12.29	80	$+0.177$	$+0.177$	Bei grosser Kälte angefertigte, wenig gute Aufnahme. Künstliche Linie an den Enden etwas diffus nach Violett. Gewicht $1/2$.
			$+0.176$		
			$+0.193$	$+0.193$	
			$+0.164$	$+0.164$	
			$+0.132$	$+0.132$	
1889 Febr. 3	7.33	93	$+0.221$	$+0.214$	Gute Aufnahme; in der Nähe der $H\gamma$-Linie anormale Silberablagerung vermuthet.
			$+0.218$		
			$+0.202$		
			$+0.207$	$+0.205$	
			$+0.231$		
			$+0.177$		
			$+0.160$	$+0.160$	
			$+0.215$	$+0.222$	
			$+0.229$		

Digitized by Google

Datum	Mittlere Zeit Potsdam	Platten-Nr.	Verschiebung	Mittel	Bemerkungen
1889 Febr. 7	$7^h.00$	96	+ $0^R.106$	+ $0^R.114$	Ausgezeichnete Aufnahme.
			+ 0.132		
			+ 0.104		
			+ 0.155	+ 0.180	
			+ 0.204		
			+ 0.130	+ 0.175	
			+ 0.220		
1889 Febr. 13	8.79	101	+ 0.265	+ 0.265	Ziemlich gute Aufnahme.
			+ 0.219	+ 0.219	
			+ 0.264	+ 0.264	
1889 Febr. 28	7.00	102	+ 0.250	+ 0.250	Aufnahme etwas matt. Mit symmetrisch gestellter Linie sehr sicher zu messen.
			+ 0.274	+ 0.280	
			+ 0.286		
			+ 0.267	+ 0.258	
			+ 0.249		
1889 April 3	7.50	112	+ 0.221	+ 0.221	Aufnahme weniger gut als die von Febr. 13 und Febr. 28, sehr kräftig.
			+ 0.194	+ 0.197	
			+ 0.200		
1890 Jan. 8	9.50	166	+ 0.155	+ 0.154	Ausgezeichnete Aufnahme.
			+ 0.153		
			+ 0.181	+ 0.171	
			+ 0.161		
			+ 0.171	+ 0.164	
			+ 0.157		
			+ 0.154	+ 0.159	
			+ 0.163		
			+ 0.106	+ 0.101	
			+ 0.095		
1891 Febr. 4	6.92	231	+ 0.152	+ 0.140	Recht gute Aufnahme.
			+ 0.128		
			+ 0.134	+ 0.129	
			+ 0.124		
1891 Febr. 4	10.83	233	+ 0.116	+ 0.116	Keine besonders gute Aufnahme. Gewicht $1/2$.

Digitized by Google

Beobachter: Scheiner.

Datum	Mittlere Zeit Potsdam	Platten-Nr.	Verschiebung	Mittel	Bemerkungen
1888 Oct. 19	16^h13	12	-0^s051	-0^s051	Vorzügliche Aufnahme.
			— 0.062	— 0.062	
			— 0.082	— 0.082	
1888 Oct. 24	14.25	17	+ 0.028	+ 0.028	Gute Aufnahme. $H\gamma$-Linie im Stern etwas deformirt und schwierig aufzufassen.
			— 0.024	— 0.024	
			— 0.029	— 0.029	
1888 Nov. 5	12.00	24	+ 0.012	+ 0.012	Vorzügliche Aufnahme, die recht sichere Messungen gestattet.
			+ 0.015	+ 0.015	
			+ 0.040	+ 0.040	
1888 Dec. 3	11.42	49	+ 0.039	+ 0.039	Matte Aufnahme; $H\gamma$ im Stern sehr schlecht.
			+ 0.016	+ 0.016	
			+ 0.019	+ 0.019	
1888 Dec. 10	11.83	65	+ 0.081	+ 0.081	Ziemlich gute, etwas matte Aufnahme.
			+ 0.033	+ 0.033	
			+ 0.048	+ 0.048	
1889 Jan. 2	12.29	80	—	—	Aufnahme so schwach, dass eine brauchbare Messung nicht für möglich gehalten wird. Der Rand der $H\gamma$-Linie im Stern, an welchem die künstliche Linie sitzt, ist nicht sicher aufzufassen.
1889 Febr. 3	7.33	93	+ 0.201	+ 0.201	Gute Aufnahme; $H\gamma$ im Stern sehr schwer aufzufassen.
			+ 0.229	+ 0.229	
			+ 0.169	+ 0.169	
1889 Febr. 7	7.00	96	+ 0.173	+ 0.173	Recht gute Aufnahme.
			+ 0.111	+ 0.111	
1889 Febr. 13	8.79	101	+ 0.272	+ 0.272	Aufnahme ziemlich gut.
			+ 0.236	+ 0.236	
1889 Febr. 28	7.00	102	+ 0.271	+ 0.271	Ziemlich gute, doch sehr matte Aufnahme. Die künstliche Linie ist von $H\gamma$ im Stern getrennt, Messung daher sehr sicher.
			+ 0.269	+ 0.269	
			+ 0.234	+ 0.234	
1889 April 3	7.50	112	+ 0.207	+ 0.207	Aufnahme vielleicht etwas zu kräftig.

Digitized by Google

Datum	Mittlere Zeit Potsdam	Platten-Nr.	Verschiebung	Mittel	Bemerkungen
1890 Jan. 8	9^h50	166	+ 0.R107 + 0.094	+ 0.R101	Gute Aufnahme.
1891 Febr. 4	6.92	231	+ 0.114 + 0.122	+ 0.118	Gute Aufnahme.
1891 Febr. 4	10.83	233	+ 0.089 + 0.137	+ 0.113	Aufnahme zu matt; Messung sehr unsicher. Gewicht $1/2$.

Zusammenstellung der Resultate.

Datum	Mittl. Zeit Potsdam	Platten-Nr.	Beob. Vogel Verschiebung in R.	Beob. Vogel Bewegung in geogr. Meilen	Beob. Scheiner Verschiebung in R.	Beob. Scheiner Bewegung in geogr. Meilen	Reduction auf ⊙	Bewegung rel. zur ⊙ Vogel	Bewegung rel. zur ⊙ Scheiner
1888 Oct. 19	16^h13	12	— 0.055 — 0.035 — 0.041 — 0.031	— 1.66 — 1.06 — 1.24 — 0.94	— 0.051 — 0.062 — 0.082	— 1.54 — 1.87 — 2.47	+ 2.52	+ 1.29	+ 0.56
1888 Oct. 24	14.25	17	+ 0.010 — 0.01 : — 0.01 : + 0.02 :	+ 0.30 — 0.3 : — 0.3 : + 0.6 :	+ 0.028 — 0.024 — 0.029	+ 0.85 — 0.72 — 0.88	+ 2.31	+ 2.39	+ 2.06
1888 Nov. 5	12.00	24	+ 0.022 + 0.035 + 0.014 + 0.024	+ 0.66 + 1.06 + 0.42 + 0.72	+ 0.012 + 0.015 + 0.040	+ 0.36 + 0.45 + 1.21	+ 1.74	+ 2.46	+ 2.41
1888 Dec. 3	11.42	49	+ 0.036 + 0.076 + 0.040	+ 1.09 + 2.29 + 1.21	+ 0.039 + 0.016 + 0.019	+ 1.18 + 0.48 + 0.57	+ 0.16	+ 1.69	+ 0.90
1888 Dec. 10	11.83	65	+ 0.040 + 0.104 + 0.085	+ 1.21 + 3.14 + 2.57	+ 0.081 + 0.033 + 0.048	+ 2.44 + 1.00 + 1.45	— 0.27	+ 2.04	+ 1.36
1889 Jan. 2	12.29	80	+ 0.179 + 0.195 + 0.166 + 0.133	+ 5.40 + 5.89 + 5.01 + 4.01			— 1.59	+ 3.49 ($\frac{1}{2}$)	
1889 Febr. 3	7.33	93	+ 0.215 + 0.206 + 0.161 + 0.223	+ 6.49 + 6.22 + 4.86 + 6.73	+ 0.202 + 0.230 + 0.170	+ 6.10 + 6.94 + 5.13	— 2.97	+ 3.11	+ 3.09
1889 Febr. 7	7.00	96	+ 0.115 + 0.181 + 0.176	+ 3.47 + 5.46 + 5.31	+ 0.174 + 0.112	+ 5.25 + 3.38	— 3.09	+ 1.66	+ 1.23

Digitized by Google

Datum	Mittl. Zeit Potsdam	Platten-Nr.	Beob. Vogel Verschiebung in R.	Beob. Vogel Bewegung in geogr. Meilen	Beob. Scheiner Verschiebung in R.	Beob. Scheiner Bewegung in geogr. Meilen	Reduction auf ⊙	Bewegung rel. zur ⊙ Vogel	Bewegung rel. zur ⊙ Scheiner
1889 Febr. 13	$8^h.79$	101	+ 0.268	+ 8.09	+ 0.275	+ 8.30	— 3.22	+ 4.39	+ 4.52
			+ 0.221	+ 6.67	+ 0.238	+ 7.18			
			+ 0.267	+ 8.06					
1889 Febr. 28	7.00	102	+ 0.252	+ 7.61	+ 0.273	+ 8.24	— 3.42	+ 4.57	+ 4.43
			+ 0.282	+ 8.51	+ 0.271	+ 8.18			
			+ 0.260	+ 7.85	+ 0.236	+ 7.12			
1889 April 3	7.50	112	+ 0.222	+ 6.70	+ 0.208	+ 6.28	— 2.99	+ 3.35	+ 3.29
			+ 0.198	+ 5.98					
1890 Jan. 8	9.50	166	+ 0.155	+ 4.68	+ 0.101	+ 3.05	— 1.89	+ 2.66	+ 1.16
			+ 0.172	+ 5.19					
			+ 0.165	+ 4.98					
			+ 0.160	+ 4.83					
			+ 0.101	+ 3.05					
1891 Febr. 4	6.92	231	+ 0.141	+ 4.26	+ 0.118	+ 3.56	— 2.99	+ 1.10	+ 0.57
			+ 0.130	+ 3.92					
1891 Febr. 4	10.83	233	+ 0.116	+ 3.50	+ 0.113	+ 3.41	— 2.99	+ 0.51 ($\frac{1}{2}$)	+ 0.42 ($\frac{1}{2}$)
							Mittel	+ 2.37	+ 2.06

Digitized by Google

Verzeichniss

der

Eigenbewegungen im Visionsradius von 51 Sternen.

Das nachstehende Verzeichniss der Eigenbewegungen im Visionsradius giebt in den Columnen 6 und 7 bei den Sternen, deren Spectra nur mit Anwendung der ersten Methode ausgemessen sind, die auf den Seiten 96 bis 99 gefundenen Mittelwerthe unverändert, während an die auf Seite 99 bis 104 gegebenen Mittelwerthe der Beobachtungen nach der zweiten Methode vor Aufnahme in das Verzeichniss bei Vogel die Correction + 0.12, bei Scheiner — 0.38 Meilen (s. Seite 109) angebracht ist. Eine Ausnahme hiervon bildet β Orionis, bei welchem keine Correction angebracht wurde wegen nicht strenger Durchführung der zweiten Messmethode. Bei Sternen, die von mir nach verschiedenen Methoden gemessen sind, erfolgte die Mittelbildung (Columne 6) nach Massgabe der Anzahl der bei jeder Methode benutzten Platten.

In Columne 8 sind die von beiden Beobachtern gefundenen Werthe ohne Weiteres zu einem Mittelwerthe vereinigt worden; nur bei Sirius wurde dem Resultate von Vogel das Gewicht 2 gegeben. Es sei hierbei erwähnt, dass das Mittel auf 0.1 Meile abgerundet worden ist, um die Beobachtungen nicht in illusorisch grosser Genauigkeit erscheinen zu lassen, da einerseits bei den meisten Beobachtungen selbst die Zehntelmeile infolge der Unsicherheit der Messungen nicht genügend verbürgt ist, und da andererseits die Unsicherheit der den Reductionsrechnungen zu Grunde gelegten Constanten stark in die Hundertstelmeile eingeht; endlich ist die Reduction nach den auf den Seiten 93 bis 95 gegebenen Tabellen nur so weit geführt worden, dass die Zehntelmeile verbürgt werden konnte. Deshalb ist auch die durch die Rotation der Erde bedingte Correction, welche für die vorliegenden Beobachtungen in einigen wenigen Fällen bis 0.03 Meilen anwachsen könnte, unberücksichtigt geblieben.

Die in Columne 9 gegebenen Gewichte sind die Producte aus den Wurzeln der Plattenzahl und einem Gewichtsfactor (1, 2 oder 3), welcher für den Grad der Sicherheit der Ausmessung, wie er durch die Beschaffenheit des Spectrums und die Lichtstärke des Sterns gegeben wird, angenommen wurde.

Digitized by Google

Nr.	Stern	Grösse	Spectral-Classe	Epoche der Beobachtung	Geschwindigkeit relativ zur Sonne			
					Vogel	Scheiner	Mittel	Gewicht
1	*α Andromedae*	2.0	Ia	1889.93	+ 0.26	+ 0.96	+ 0.6	3
2	*β Cassiopejae*	2.1	Ia—IIa	1889.04	+ 0.18	+ 1.21	+ 0.7	1
3	*α Cassiopejae*	var.	IIa	1890.14	— 2.01	— 2.10	— 2.1	4
4	*γ Cassiopejae*	2.0	Ic	1888.89	+ 0.54	— 1.49	— 0.5	1
5	*β Andromedae*	2.3	IIa	1889.26	+ 1.21	+ 1.80	+ 1.5	3
6	*α Ursae minoris*	2.0	IIa	1888.90	— 3.44	— 3.53	— 3.5	4
7	*γ Andromedae*	2.4	IIa	1889.34	— 1.07	— 2.40	— 1.7	3
8	*α Arietis*	2.0	IIa	1889.69	— 1.95	— 2.01	— 2.0	5
9	*β Persei*	var.	Ia	1889.94	—	—	— 0.2	7
10	*α Persei*	2.0	IIa	1888.93	— 1.46	— 1.32	— 1.4	4
11	*α Tauri*	1	IIa	1889.16	+ 6.42	+ 6.66	+ 6.5	6
12	*α Aurigae*	1	IIa	1888.98	+ 3.34	+ 3.25	+ 3.3	10
13	*β Orionis*	1	Ib	1889.24	+ 2.37	+ 2.06	+ 2.2	(4)
14	*γ Orionis*	2.0	Ia	1890.37	+ 1.74	+ 0.73	+ 1.2	3
15	*β Tauri*	2.0	Ia	1889.65	+ 1.21	+ 0.94	+ 1.1	3
16	*δ Orionis*	2.5	Ia	1890.07	— 0.02	+ 0.29	+ 0.1	4
17	*ε Orionis*	2.0	Ib	1889.00	+ 3.75	+ 3.39	+ 3.6	3
18	*ζ Orionis*	2.0	Ia	1889.00	+ 2.31	+ 1.70	+ 2.0	3
19	*α Orionis*	var.	IIIa	1889.32	+ 2.10	+ 2.54	+ 2.3	4
20	*β Aurigae*	2.0	Ia	1890.50	— 3.48	— 4.09	— 3.8	5
21	*γ Geminorum*	2.3	Ia	1889.83	— 2.11	— 2.35	— 2.2	4
22	*α Canis majoris*	1	Ia	1890.09	— 1.83	— 2.72	— 2.1	6
23	*α Geminorum*)*	2.3	Ia	1889.16	— 4:	— 4:	— 4:	(1)
24	*α Canis minoris*	1	Ia—IIa	1889.68	— 1.06	— 1.41	— 1.2	5
25	*β Geminorum*	1.3	IIa	1889.06	+ 0.26	+ 0.05	+ 0.2	4
26	*α Leonis*	1.3	Ia	1889.22	— 1.14	— 1.32	— 1.2	4
27	*γ Leonis*	2.0	IIa	1889.76	— 4.92	— 5.46	— 5.2	4

Digitized by Google

Nr.	Stern	Grösse	Spectral-Classe	Epoche der Beobachtung	Geschwindigkeit relativ zur Sonne			
					Vogel	Scheiner	Mittel	Gewicht
28	β *Ursae majoris*	2.3	Ia	1889.39	— 4.08	— 3.82	— 4.0	3
29	α *Ursae majoris*	2.0	IIa	1889.11	— 1.39	— 1.71	— 1.6	6
30	δ *Leonis*	2.3	Ia	1889.94	— 2.01	— 1.87	— 1.9	3
31	β *Leonis*	2.0	Ia	1889.59	— 1.87	— 1.42	— 1.6	3
32	γ *Ursae majoris*	2.3	Ia	1889.40	— 4.04	— 3.13	— 3.6	3
33	ε *Ursae majoris*	2.0	Ia	1889.39	— 4.63	— 3.52	— 4.1	3
34	α *Virginis*	1	Ia	1890.34	—	—	— 2.0	10
35	ζ *Ursae major.**)	2.1	Ia	1890.33	— 4.39	— 4.01	— 4.2	6
36	η *Ursae majoris*	2.0	Ia	1889.83	— 3.87	— 3.21	— 3.5	3
37	α *Bootis*	1	IIa	1889.57	— 0.94	— 1.12	— 1.0	7
38	ε *Bootis*	2.0	IIa	1889.36	— 2.26	— 2.11	— 2.2	4
39	β *Ursae minoris*	2.0	IIa	1889.24	+ 1.92	+ 1.91	+ 1.9	6
40	β *Librae*	2.0	Ia	1889.34	— 1.3 :		— 1.3 :	(1)
41	α *Coron. borealis*	2.0	Ia	1890.91	+ 4.28	+ 4.34	+ 4.3	4
42	α *Serpentis*	2.3	IIa	1889.36	+ 3 : :		+ 3 : :	(1)
43	β *Herculis*	2.3	IIa—IIIa	1889.46	— 4.61	— 4.91	— 4.8	3
44	α *Ophiuchi*	2.0	Ia	1889.09	+ 2.79	+ 2.37	+ 2.6	4
45	α *Lyrae*	1	Ia	1889.64	— 1.89	— 2.22	— 2.1	8
46	α *Aquilae*	1.3	Ia	1888.81	— 5.35	— 4.58	— 5.0	5
47	γ *Cygni*	2.4	IIa	1888.93	— 0.78	— 0.93	— 0.9	4
48	α *Cygni*	1.6	Ib	1888.99	— 0.81	— 1.35	— 1.1	4
49	ε *Pegasi*	2.3	IIa	1888.81	+ 0.99	+ 1.17	+ 1.1	3
50	β *Pegasi*	var.	IIIa	1889.90	+ 0.9 :		+ 0.9 :	(1)
51	α *Pegasi*	2.0	Ia	1888.81	+ 0.24	+ 0.09	+ 0.2	3

*) Die hellere Componente beobachtet.

Digitized by Google

Vergleichung der vorstehenden Resultate mit früheren Beobachtungen.

Wie schon in der Einleitung erwähnt, sind die ersten Versuche, Bewegungen von Sternen im Visionsradius durch spectroskopische Beobachtungen zu ermitteln, von Huggins angestellt worden. Es gelang ihm, eine geringe Veränderung in der Brechbarkeit der *F*-Linie im Siriusspectrum im Vergleich zu der entsprechenden Linie des Wasserstoffspectrums zu beobachten, woraus er eine Bewegung des Sirius von etwa 5.5 geogr. Meilen in der Secunde von der Erde weg ableitete (Phil. Trans. 1868). Nach Vervollkommnung der Instrumente hat Huggins im Jahr 1872 an einer Reihe von Sternen Bewegungsbestimmungen im Visionsradius ausgeführt, die in den Proceedings of the R. Society Vol. XX p. 386 ff. mitgetheilt sind. Ich stelle dieselben mit den hier gemachten Beobachtungen zusammen*).

Stern	Bewegung der Sterne rel. zur Sonne		Stern	Bewegung der Sterne rel. zur Sonne	
	Huggins	Vogel und Scheiner		Huggins	Vogel und Scheiner
α *Can. maj.*	+ 4.5	— 2.1	α *Can. min.*	+	— 1.2
α *Orionis*	+ 4.8	+ 2.3	α *Aurigae*	+	+ 3.3
β *Orionis*	+ 3.3	+ 2.2	α *Tauri*	+ (?)	+ 6.5
α *Gemin.*	+ 5.5	— 4 :	γ *Cassiop.*	+ gering	— 0.5
α *Leonis*	+ 3.2	— 1.2	α *Bootis*	— 12.0	— 1.0
β *Urs. maj.*		— 4.0	α *Lyrae*	— 10.6	— 2.1
γ » »		— 3.6	α *Cygni*	— 8.5	— 1.1
δ » »	+ 4.1		β *Gemin.*	— 10.6	+ 0.2
ε » »		— 4.1	α *Urs. maj.*	— 11.5	— 1.6
ζ » »		— 4.2	γ *Leonis*	— (unsicher)	— 5.2
β *Leonis*	+ 3	— 1.6	ε *Bootis*	— (unsicher)	— 2.2
δ »		— 1.9	γ *Cygni*	—	— 0.9
η *Urs. maj.*	+	— 3.5	α *Pegasi*	—	+ 0.2
α *Virginis*	+	— 2.0	γ »	—	
α *Coron. bor.*	+	+ 4.3	α *Androm.*	—	+ 0.6

Bei mehreren dieser Sterne ist von Huggins nur die Richtung der Bewegung durch das Vorzeichen bestimmt; die Reihenfolge der Sterne ist die von Huggins gegebene nach dem Grade der Sicherheit. Von den 30 Sternen, die Huggins untersucht hat, sind 28 auch in Potsdam beobachtet worden, aber nur der dritte Theil davon stimmt im Sinne der Bewegung überein, und es ist bemerkenswerth, dass von den 6 gemeinsam beobachteten Sternen aus dem grossen Bären nur einer im Sinn übereinstimmt. Der Betrag der Bewegung in der Secunde ist durchweg bei Huggins sehr erheblich grösser als der hier gefundene. Die Beobachtungen sind nicht einzeln angeführt, so dass man nur aus den bei einigen Sternen angegebenen Grenzen für die Geschwindigkeiten, die um 1 bis

*) Ich habe des besseren Vergleichs wegen die Verwandlung der englischen Meilen in geographische Meilen überall vorgenommen. 1 geogr. Meile = 4.611 engl. Meilen = 7.420 Kilometer.

Digitized by Google

2 Meilen verschieden sind, folgern kann, dass die Uebereinstimmung eine verhältnissmässig gute gewesen ist. Bei einem so vorzüglichen Beobachter, wie Huggins, ist vorauszusetzen, dass die Justirung des Apparats auf das sorgfältigste ausgeführt worden ist, und dass constant wirkende Fehler möglichst umgangen sind; die grossen Werthe können wohl nur als Ueberschätzungen angesehen werden, die allerdings bei den sehr geringen Verschiebungen physiologisch durchaus nicht unwahrscheinlich sind.

Bei meinen mit grosser Vorsicht in den siebziger Jahren in Bothkamp angestellten Beobachtungen ist eine solche Ueberschätzung in noch höherem Masse vorgekommen. Ich erhielt folgende Geschwindigkeiten relativ zur Sonne: α Canis majoris + 9.4, α Canis minoris + 13.0, α Aurigae + 3 bis + 4, α Aquilae — 10.4, α Lyrae — 11.2 und für den Orionnebel + 3.6 geogr. Meilen (Bothkamper Beobacht. Bd. I, Astr. Nachr. Nr. 1963). Bei Sirius und Procyon ist die falsche Bewegungsrichtung möglicherweise durch die starke positive Erdbewegung zur Zeit der Beobachtung entstanden, welche die negative Bewegung des Sterns überwog, so dass in der That zur Zeit der Beobachtung eine Verschiebung nach Roth bei beiden Sternen stattgefunden hat. Hierdurch wurde der Sinn bezeichnet, und nun ist die Schätzung in diesem Sinne erfolgt und hat den wahren Werth so gewaltig überschritten, dass aus der geringen negativen Bewegung des Sirius und Procyon eine beträchtlich grosse positive Bewegung relativ zur Sonne resultirte. Die starke Bewegung bei Wega ist hieraus nicht zu erklären; zur Zeit der Beobachtung hat die positive Erdbewegung die fast gleich grosse Bewegung des Sterns aufgehoben. α Aquilae besitzt nach den spectrographischen Beobachtungen eine starke negative Bewegung, und auch zur Zeit der Beobachtung muss eine Verschiebung der Linien nach dem brechbareren Ende des Spectrums, also eine negative Bewegung, stattgefunden haben. Es ist möglich, dass die Ungleichartigkeit der zu vergleichenden Objecte, die helle, das ganze Gesichtsfeld durchsetzende Wasserstofflinie und die dunkle, undulirende Linie im schmalen Sternspectrum, einer Ueberschätzung bei einer geringen Verschiebung der Linien gegen einander günstig ist, und dass bei der Vergleichung zweier ganz gleicher Objecte, der Wasserstofflinie im künstlich erzeugten Wasserstoffspectrum und im Orionnebel, möglicherweise die Tendenz für eine Ueberschätzung geringer gewesen ist; wenigstens stimmt meine Beobachtung am Orionnebel gut mit dem neuerdings von Keeler mit dem grossen Instrument der Lick-Sternwarte gegebenen Werthe + 2.3 ± 0.2 geogr. Meilen (Proceedings of the R. Society, Vol. 49) überein.

In neuerer Zeit sind Beobachtungen über Sternbewegungen in der Gesichtslinie von Seabroke auf dem Rugby Observatory angestellt worden; dieselben sind aber sehr unsicher und offenbar durch einen constant wirkenden Fehler sehr erheblich beeinflusst, so dass ich glaube, dieselben hier übergehen zu können. Anders verhält es sich mit den sehr zahlreichen, über Jahre sich erstreckenden Beobachtungen, die in Greenwich angestellt worden sind. Die grosse Ausdauer, mit welcher die Beobachtungen fortgesetzt wurden, trotz der sehr wenig befriedigenden Resultate besonders aus den ersten Jahren, ist anzuerkennen, und das entschiedene Freisein von Voreingenommenheit verleiht ihnen einen gewissen Werth.

Die Beobachtungen an einem Abend beruhen meist nur auf zwei Mikrometer-Einstellungen und auf Schätzungen nach der Breite der Linie, die wohl nahezu von demselben Werth sind wie die Messungen. Es hat infolge der geringen Anzahl von Beobachtungen an einem Abend das Mittel nur sehr geringen Werth; in den meisten Fällen ist das Resultat eines Beobachtungsabends nicht im Stande, über das Vorzeichen zu entscheiden, und nur durch die grosse Anzahl von Beobachtungen ist es gelungen, ein etwas sichereres Resultat hierüber zu erlangen. Constante Fehler von erheblichem Betrage geben sich kund, indem häufig die Beobachtungen eines Sterns in einem Jahre gut übereinstimmen, in verschiedenen Jahren aber stark differiren. In Bezug auf den Sinn der Bewegung stimmen, wie aus der unten folgenden Zusammenstellung ersichtlich ist, die Greenwicher Beobachtungen

Digitized by Google

einigermassen mit den Potsdamer Messungen überein; dagegen sind die Beträge für die Geschwindigkeiten selbst meist stark überschätzt.

Die Greenwicher Beobachtungen sind jedenfalls gut charakterisirt durch Herrn Maunders, des eifrigen Greenwicher Beobachters, eigne Worte: »They are as yet far less exact than one might well wish them to be, but they contain a promise of greater accuracy when more adequate means are employed; and they already enable us to speak positively as to the direction of motion of a considerable number of stars, and in the case of not a few to fix the speed of motion with some approach to definiteness, some fifty stars in all having been observed a sufficient number of times for us to be able to deduce their speed to the nearest ten miles per second« (The Observatory Nos. 96 & 97, 1885).

Die Richtigkeit der Bemerkung, dass eine grössere Genauigkeit erzielt werden könnte unter Anwendung geeigneterer Mittel, ist nicht zu bestreiten, und es ist zu bedauern, dass Herrn Maunder nicht ein zweckentsprechenderes Instrument zur Verfügung gestanden hat. Wie ich schon in der Einleitung auf Seite 19 angegeben habe, kann die in Greenwich gebräuchliche Methode zur Erzeugung eines superponirten Vergleichsspectrums nur mit grösster Vorsicht und bei sorgfältigster Justirung zu einem sicheren Resultate führen; dazu kommen die durchaus nicht empfehlenswerthen Half-prisms, die bei dem Greenwicher Instrument zur Anwendung gebracht sind. Ich verweise auf das in Scheiners Spectralanalyse der Gestirne über das Half-prism-spectroscope Gesagte (Seite 93 u. f.) und auf Keelers Bemerkungen (Sidereal Messenger Nr. 99).

Um die Greenwicher Beobachtungen etwas näher zu beleuchten, führe ich zunächst die Grenzwerthe der Geschwindigkeiten (in geogr. Meilen) für einige der hellsten und oft beobachteten Sterne relativ zur Sonne an, die bei den Greenwicher Beobachtungen von 1880 bis incl. 1890 gefunden worden sind. Die angeführten Werthe sind Mittel aus den an einem Abend von einem Beobachter ausgeführten Messungen.

Stern	Anzahl der Beob.-Abende	Grenzen der beobachteten Geschwindigkeiten	Stern	Anzahl der Beob.-Abende	Grenzen der beobachteten Geschwindigkeiten
α *Andromedae*	60	+ 0.9 — 16.3	α *Leonis*	45	+ 5.4 — 14.3
α *Persei*	31	+ 5.6 — 16.3	α *Bootis*	95	— 2.8 — 19.3
α *Tauri*	79	+ 18.7 — 0.4	α *Coronae*	44	+ 8.9 — 16.9
α *Aurigae*	59	+ 11.5 — 11.9	α *Ophiuchi*	43	+ 12.1 — 13.4
β *Orionis*	61	+ 10.0 — 1.3	α *Lyrae*	105	— 0.7 — 18.7
α *Orionis*	29	+ 16.7 — 0.9	α *Aquilae*	81	+ 4.6 — 16.7
α *Canis maj.*	72	+ 7.8 — 11.3	α *Cygni*	64	+ 0.2 — 20.2
α *Canis min.*	65	+ 11.7 — 12.6	α *Pegasi*	58	+ 4.8 — 16.7
β *Geminorum*	67	+ 2.0 — 14.7			

Dass der Einfluss der Erdbewegungen auf die Beobachtungen sich auch bei den hellsten Sternen nicht deutlich in den Beobachtungen ausgesprochen hat, wie aus der Zusammenstellung, die Herr Maunder in der oben citirten Abhandlung auf Seite 8 giebt, hervorgeht, darf bei der grossen Unsicherheit nicht befremden; aus demselben Grunde ist es unwahrscheinlich, dass aus den Greenwicher Beobachtungen mit einiger Sicherheit die periodischen Bewegungen von β Persei und α Virginis hätten gefunden werden können, wie ich das schon oben (Seite 126 und 138) bei der Mittheilung der hier angestellten Beobachtungen über diese Sterne ausgesprochen habe.

Digitized by Google

Ueber Algol sagt Herr Maunder in der citirten Abhandlung: »The results show very great discordances; but it is not possible at present to say whether these are due to a real change of motion in the star, or simply to a very unusual roughness in the observations.« In derselben Abhandlung führt Herr Maunder Beobachtungen des Sirius an und glaubt, der eigenthümlich regelmässigen Veränderung der Geschwindigkeiten Realität beilegen zu sollen. Die Beobachtungen sind die folgenden:

Opposition	Beob.-Abende	Anzahl der Mess.	Geschw.
1875—76 u. 1876—77	4	8	+ 21.1 (Engl. Meilen)
1877—78	3	8	+ 23.0
1879—80	3	10	+ 15.1
1880—81	2	4	+ 11.3
1881—82	5	22	+ 2.1
1882—83	3	18	— 4.7
1883—84	13	43	— 19.4
1884—85	2	8	— 21.5

Die Regelmässigkeit der Abnahme der Bewegung bei der getroffenen Auswahl und Zusammenstellung der Beobachtungen ist allerdings bemerkenswerth; sie wird jedoch durch die Beobachtungen in den folgenden Jahren (s. w. u.) gestört, und es sind die Aenderungen in den Geschwindigkeitsmessungen jedenfalls auf Veränderungen im Instrument zurückzuführen. Die im Visionsradius gelegene Bewegungscomponente des Sirius in seiner Bahn kann nach den Elementen von Auwers und der Gill-Elkin'schen Parallaxe im Laufe der 10 Jahre, über welche sich die oben angeführten Greenwicher Beobachtungen erstrecken, sich nur um etwa den zehnten Theil der gefundenen Grösse ändern, und damit wird die Vermuthung Maunders, aus der Bahnbewegung des Sirius die Abweichungen der gemessenen Geschwindigkeiten erklären zu können, hinfällig.

Ich gebe nun im Folgenden eine Zusammenstellung der Greenwicher Messungen und Schätzungen über die Geschwindigkeiten im Visionsradius bei denjenigen Sternen, die auch hier beobachtet worden sind. In den beiden ersten Columnen bei jedem Stern ist die Anzahl der Beobachtungssätze (Messungen und Schätzungen) in den vorstehenden Jahren angeführt; unter Beobachtungssatz ist das Mittel der von jedem Beobachter ausgeführten Einzelbeobachtungen verstanden, und da nur selten zwei Beobachter an einem Abend dasselbe Object beobachtet haben, ist die Anzahl der Beobachtungssätze wenig verschieden von der Anzahl der Beobachtungsabende; in der dritten Columne ist das Jahresmittel der aus den Beobachtungssätzen resultirenden Geschwindigkeiten nach den Messungen, in der vierten Columne nach den Schätzungen enthalten.

Bei der daran anschliessenden Vergleichung der Greenwicher Beobachtungen mit den Potsdamer Werthen sind in der zweiten und dritten Columne die Gesammtzahl der Beobachtungssätze, in der vierten und fünften Columne die Mittelwerthe der Geschwindigkeitsmessungen und Schätzungen in den Jahren 1875 bis 1890 gegeben; letztere sind gebildet, indem den in der vorstehenden Tabelle enthaltenen Jahresmitteln Gewichte proportional der Anzahl der Beobachtungssätze beigelegt wurden.

Digitized by Google

Zusammenstellung der Greenwicher Beobachtungen.

Jahr	*α Andromedae*				*β Cassiopejae*				*α Cassiopejae*			
	Anzahl der		Bewegung		Anzahl der		Bewegung		Anzahl der		Bewegung	
	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen
1875—1880	9	7	— 7.6	— 7.6		1		+ 8.9		2		+ 5.0
1881	8	8	— 8.2	— 7.8								
1882					1	1	+ 7.4	+ 7.4				
1883	2	2	— 4.8	— 4.6	1	1	+ 1.3	+ 1.5				
1884	14	14	— 4.8	— 4.3	10	10	+ 0.4	+ 0.4				
1885	6	6	— 6.9	— 7.2					1	1	+ 12.1	+ 11.7
1886	2	2	— 11.1	— 7.4								
1887	4	4	— 4.3	— 4.6	1	1	+ 1.7	+ 1.7	2	2	+ 7.8	+ 7.2
1888												
1889	8	8	— 6.3	— 5.6	2	2	— 8.2	— 6.1				
1890	7	7	— 3.5	— 5.3	3	3	— 3.5	— 4.3				

Jahr	*γ Cassiopejae*				*β Andromedae*				*γ Andromedae*			
	Anzahl der		Bewegung		Anzahl der		Bewegung		Anzahl der		Bewegung	
	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen
1875—1880	2	2	— 5.6	+ 6.5	2	2	+ 2.6	+ 3.0		2		— 2.4
1881	3	3	— 5.0	— 4.6	8	8	— 3.0	— 2.8				
1882												
1883	1	1	+ 2.4	+ 2.4								
1884	7	7	— 3.7	— 3.0								
1885												
1886												
1887	2	2	— 1.5	— 2.4	2	2	+ 6.3	+ 5.9	2	2	— 3.5	— 3.5
1888	1	1	+ 1.5	+ 2.2								
1889		2		+ 0.2					2		± 0	
1890	3	3	+ 1.5	+ 1.5								

Jahr	*α Arietis*				*α Persei*				*α Tauri*			
	Anzahl der		Bewegung		Anzahl der		Bewegung		Anzahl der		Bewegung	
	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen
1875—1880	4	4	— 3.3	— 3.9	2	2	+ 5.0	+ 4.6	7	8	+ 4.8	+ 5.0
1881	3	3	— 2.2	— 2.2					15	15	+ 9.3	+ 9.1
1882					1	1	— 6.5	— 6.5				
1883	2	2	+ 1.1	+ 1.3	1	1	— 5.6	— 6.3	6	6	+ 7.4	+ 7.4
1884	1	1	+ 1.1	+ 1.3	8	8	— 6.1	— 3.7	11	11	+ 4.8	+ 4.6
1885	4	4	— 4.8	— 5.6	1	1	— 16.3	— 18.9	13	13	+ 5.4	+ 5.0
1886					4	4	— 3.5	— 3.3	6	6	+ 6.1	+ 5.4
1887	3	3	+ 1.5	+ 2.0	4	4	— 7.4	— 7.2	7	7	+ 8.9	+ 9.3
1888					2	2	— 3.0	— 2.2	2	2	+ 4.1	+ 5.4
1889					5	5	+ 0.7	+ 0.7	7	7	+ 8.9	+ 8.2
1890					3	3	— 2.2	— 2.6	5	5	+ 5.6	+ 6.5

Digitized by Google

Jahr	*α Aurigae*				*β Orionis*				*γ Orionis*			
	Anzahl der		Bewegung		Anzahl der		Bewegung		Anzahl der		Bewegung	
	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen
1875—1880	9	8	+ 6.3	+ 6.1	9	8	+ 4.1	+ 3.7	4	5	0.0	— 0.4
1881	6	8	+ 6.1	+ 7.8	7	7	+ 3.7	+ 3.9	3	3	+ 1.5	+ 1.5
1882	2	2	+ 4.6	+ 9.3					1	1	+ 2.0	+ 1.1
1883	6	6	+ 7.8	+ 7.4	2	2	+ 5.4	+ 5.4				
1884	8	8	+ 2.0	+ 2.8	12	12	+ 3.9	+ 4.1	9	9	— 0.7	— 0.4
1885	6	6	+ 3.5	+ 3.3	6	6	+ 4.6	+ 4.1	4	4	— 1.7	— 2.4
1886	6	6	— 0.2	+ 0.1	4	4	+ 3.5	+ 2.0	4	4	+ 1.1	+ 0.4
1887	5	5	+ 7.2	+ 7.8	8	8	+ 4.1	+ 3.9	5	5	+ 0.7	+ 0.9
1888	1	1	+ 6.5	+ 6.3	3	3	+ 4.3	+ 5.4	2		— 2.6	
1889	6	6	+ 5.4	+ 5.9	6	6	+ 4.3	+ 4.8	5	5	— 2.4	— 2.2
1890	4	4	+ 4.6	+ 7.4	4	4	+ 4.6	+ 4.3	4	4	— 0.7	— 0.4

Jahr	*β Tauri*				*δ Orionis*				*ε Orionis*			
	Anzahl der		Bewegung		Anzahl der		Bewegung		Anzahl der		Bewegung	
	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen
1875—1880	3	3	— 3.3	— 3.5	6	6	+ 1.1	+ 1.1	6	6	— 3.3	— 2.2
1881	6	6	— 0.0	+ 2.0								
1882	1	1	— 7.4	— 6.7								
1883	1	1	+ 2.8	+ 3.5								
1884	10	10	— 5.4	— 5.6	5	5	— 1.7	— 1.3	4	4	+ 0.7	+ 1.5
1885	3	3	— 7.2	— 7.6	1	1	— 5.0	— 5.6	1	1	— 3.9	— 3.7
1886	4	4	— 5.6	— 5.9	1	1	+ 1.7	+ 0.9	1	1	+ 3.3	+ 1.5
1887	4	4	— 3.0	— 2.8	2	2	+ 1.7	+ 2.6	2	2	+ 5.4	+ 5.6
1888	2	2	— 1.3	— 0.7	1	1	+ 1.3	+ 3.0	1	1	— 2.4	— 0.7
1889	6	6	+ 1.1	+ 1.3	3	3	+ 2.2	+ 1.7	2	2	+ 3.0	+ 3.3
1890	4	4	— 1.1	— 1.1	2	2	+ 0.7	+ 0.9	1	1	+ 2.0	+ 3.0

Jahr	*ζ Orionis*				*α Orionis*				*β Aurigae*			
	Anzahl der		Bewegung		Anzahl der		Bewegung		Anzahl der		Bewegung	
	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen
1875—1880	3	3	+ 2.0	+ 2.4	8	10	+ 4.1	+ 6.3	3	3	+ 0.7	+ 0.0
1881					10	10	— 4.1	+ 4.6	2	2	— 1.3	— 0.7
1882												
1883					1	1	+ 7.4	+ 9.3	1	1	+ 3.5	+ 4.1
1884	4	4	— 1.1	— 0.9	2	2	+ 7.2	+ 6.7	3	3	— 2.4	— 2.2
1885	1	1	— 5.2	— 5.6	2	2	+ 3.7	+ 2.8				
1886	1	1	+ 2.8	+ 3.0	1	1	+ 7.4	+ 8.5	2	2	— 10.2	— 10.4
1887	2	2	— 1.3	— 0.7	2	2	+ 15.8	+ 16.5	2	2	+ 8.0	+ 8.0
1888	1	1	— 7.8	— 8.9					1	1	+ 7.2	+ 8.7
1889	2	2	+ 3.3	+ 2.0	2	2	— 0.2	+ 1.1	3	3	+ 2.0	+ 2.6
1890	1	1	— 3.7	— 3.5	2	2	+ 2.6	+ 5.2	3	3	— 6.7	— 6.9

Digitized by Google

Jahr	*γ Geminorum*				*α Canis majoris*				*α Geminorum*			
	Anzahl der		Bewegung		Anzahl der		Bewegung		Anzahl der		Bewegung	
	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen
1875—1880	2	2	+ 2.2	+ 2.8	10	11	+ 4.1	+ 6.7	8	8	+ 5.9	— 0.9
1881	4	4	+ 2.2	+ 3.0	6	6	— 0.4	+ 0.7				
1882	1	1	— 5.6	— 5.9	4	4	+ 0.9	+ 1.5	3	3	+ 3.7	+ 4.1
1883					8	8	— 1.3	— 1.1	1	1	+ 2.4	+ 6.5
1884	3	3	— 3.0	— 3.0	13	13	— 4.8	— 4.8	5	5	+ 1.7	+ 2.4
1885	1	1	— 20.4	— 17.1	8	8	— 4.3	— 4.6	3	3	— 5.2	— 5.6
1886	2	2	— 10.0	— 8.2	4	5	— 4.1	— 5.6	4	5	+ 3.7	+ 2.2
1887	1	1	— 16.3	— 14.1	5	5	+ 0.1	+ 0.0	2	2	— 5.9	— 5.4
1888					3	3	— 3.3	— 2.8	2	2	— 0.7	— 0.7
1889	2	2	— 13.7	— 10.6	6	6	— 6.5	— 6.1	4	4	+ 0.9	— 0.2
1890	3	3	— 7.6	— 8.2	5	5	— 3.5	— 3.9	8	8	+ 3.9	— 4.8

Jahr	*α Canis minoris*				*β Geminorum*				*α Leonis*			
	Anzahl der		Bewegung		Anzahl der		Bewegung		Anzahl der		Bewegung	
	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen
1875—1880	10	10	+ 5.4	+ 5.4	13	14	— 5.9	— 7.2	8	8	+ 5.6	+ 5.2
1881	10	10	+ 4.6	+ 5.0	11	11	— 4.8	— 4.8	3	3	— 1.3	— 1.1
1882	3	3	+ 3.7	+ 3.9	2	2	— 5.9	— 6.1				
1883	4	4	+ 2.0	+ 2.6	6	6	— 8.2	— 8.7	5	5	+ 1.3	+ 1.7
1884	8	8	— 0.4	+ 0.2	5	5	— 9.8	— 9.5	7	7	— 0.4	+ 0.2
1885	5	5	— 3.7	— 3.7	6	6	— 5.9	— 6.3	2	2	— 0.9	— 2.0
1886	7	8	— 3.9	— 3.5	6	6	— 6.9	— 7.4	5	5	— 1.5	— 1.3
1887	3	3	+ 4.6	+ 5.2	2	2	— 10.6	— 9.8				
1888	3	3	+ 0.4	+ 0.4	2	2	— 9.8	— 9.5	2	2	— 0.7	+ 0.4
1889	5	5	— 2.6	— 3.0	5	5	— 7.6	— 7.6	5	5	+ 2.2	+ 2.2
1890	7	7	— 3.9	— 3.0	9	9	— 10.2	— 10.6	8	8	— 3.7	— 3.0

Jahr	*γ Leonis*				*β Ursae majoris*				*α Ursae majoris*			
	Anzahl der		Bewegung		Anzahl der		Bewegung		Anzahl der		Bewegung	
	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen
1875—1880	5	7	— 6.9	— 8.5	8	8	+ 5.2	+ 5.6	2	2	— 4.6	— 4.8
1881	2	2	+ 4.6	+ 6.1								
1882												
1883					1	1	— 1.1	— 1.3				
1884	1	1	— 0.7	— 1.7								
1885	1	1	+ 5.0	+ 5.0					1	1	— 0.7	— 1.3
1886					1	1	+ 1.3	— 0.4	2	2	— 12.6	— 11.9
1887												
1888												
1889	3	3	— 2.4	— 3.5	1	1	— 5.4	— 5.9	1	1	— 6.3	— 6.1
1890	5	5	— 5.9	— 5.2	1	1	— 15.6	— 12.8	1	1	— 10.0	— 10.0

Digitized by Google

Jahr	δ Leonis				β Leonis				γ Ursae majoris			
	Anzahl der		Bewegung		Anzahl der		Bewegung		Anzahl der		Bewegung	
	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen
1875—1880	2	2	— 6.1	— 6.1	4	4	+ 5.4	+ 4.6	6	6	+ 3.3	+ 3.3
1881	4	4	+ 2.8	+ 2.6	5	5	— 4.1	— 4.1				
1882	1	1	— 7.6	— 7.8								
1883					1	1	+ 0.9	+ 1.7	2	2	+ 5.9	+ 6.5
1884					3	3	— 9.5	— 9.1				
1885		1		+ 6.3	1	1	— 3.7	— 3.0				
1886	1	1	— 9.5	— 10.8	3	3	— 4.1	— 3.9	2	2	— 0.2	— 0.2
1887												
1888						1		+ 10.4				
1889	1	1	— 13.7	— 11.5	3	3	— 6.3	— 5.4	1	1	+ 0.9	+ 0.9
1890					5	5	+ 1.3	+ 2.2	1	1	— 7.8	— 8.0

Jahr	ε Ursae majoris				ζ Ursae majoris				η Ursae majoris			
	Anzahl der		Bewegung		Anzahl der		Bewegung		Anzahl der		Bewegung	
	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen
1875—1880	5	5	+ 3.5	+ 4.3	3	3	+ 4.8	+ 5.6	3	3	— 2.6	— 2.6
1881					2	2	+ 4.1	+ 5.6	2	2	+ 4.8	+ 5.0
1882												
1883	2	2	+ 2.8	+ 3.0	2	2	+ 5.4	+ 5.6	4	4	— 0.9	— 0.7
1884												
1885	1	1	— 9.1	— 8.9	1	1	+ 7.6	+ 7.2	1	1	+ 3.3	+ 3.5
1886	1	1	— 1.1	— 0.7		1		+ 1.5				
1887												
1888												
1889	1	1	— 1.5	— 2.2	2	2	— 3.0	— 4.3	2	2	— 8.9	— 10.0
1890	1	1	— 12.1	— 11.1	1	1	— 9.8	— 11.9	1	1	— 3.9	— 4.8

Jahr	α Bootis				ε Bootis				β Ursae minoris			
	Anzahl der		Bewegung		Anzahl der		Bewegung		Anzahl der		Bewegung	
	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen
1875—1880	14	15	— 6.9	— 7.8	7	4	— 0.9	— 0.9	2	2	+ 6.3	+ 5.6
1881	2	2	— 6.9	— 6.5	2	2	+ 2.2	+ 1.5				
1882	3	3	— 10.0	— 12.1								
1883	21	21	— 11.7	— 11.1	3		— 6.1					
1884	13	13	— 11.3	— 11.5								
1885	9	9	— 9.3	— 9.5								
1886	10	10	— 8.5	— 8.5	1	1	— 3.3	— 2.2				
1887	2	2	— 9.3	— 9.8								
1888	2	2	— 8.5	— 9.1								
1889	7	7	— 8.5	— 8.9	1	1	— 3.0	— 8.5				
1890	12	12	— 8.5	— 8.7								

Digitized by Google

Jahr	*β Librae*				*α Coronae*				*α Serpentis*			
	Anzahl der		Bewegung		Anzahl der		Bewegung		Anzahl der		Bewegung	
	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen
1875—1880	3	3	+ 3.5	+ 3.5	7	7	+ 8.9	+ 8.7	1	1	— 6.7	— 4.1
1881	2	2	— 7.6	— 6.5	2	2	+ 3.0	+ 2.6				
1882	1	1	— 8.2	— 8.5	2	2	+ 6.5	+ 6.1				
1883	2	2	— 6.3	— 6.3	3	3	+ 4.3	+ 4.8				
1884					7	7	+ 0.4	+ 1.3				
1885					2	2	— 0.7	— 1.3				
1886	1	1	— 5.4	— 5.0	4	4	— 0.2	+ 0.2	1	1	— 0.9	— 0.4
1887					2	2	— 1.3	— 1.1				
1888	1	1	— 9.3	— 9.1	2	2	+ 5.4	+ 6.7				
1889	1	1	— 5.9	— 5.9	4	4	+ 2.6	+ 2.8				
1890	6	6	— 6.3	— 7.6	9	9	— 0.2	+ 0.4				

Jahr	*β Herculis*				*α Ophiuchi*				*α Lyrae*			
	Anzahl der		Bewegung		Anzahl der		Bewegung		Anzahl der		Bewegung	
	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen
1875—1880		2		— 1.7	9	9	+ 1.7	+ 2.2	14	15	— 7.4	— 6.9
1881					2	2	— 10.0	— 7.6	4	4	— 6.3	— 5.6
1882					2	2	— 1.1	— 1.7	4	4	— 8.0	— 8.0
1883	1	1	— 10.0	— 10.8	2	2	+ 0.9	+ 0.9	13	13	— 7.4	— 7.2
1884					6	6	— 7.2	— 7.2	23	23	— 8.2	— 8.5
1885					3	3	— 7.8	— 7.6	11	11	— 7.8	— 8.2
1886					1	1	— 4.3	— 4.3	4	4	— 8.7	— 7.4
1887					2	2	— 6.9	— 6.1	7	7	— 10.8	— 10.8
1888					1	1	— 5.4	— 8.9	1	1	— 8.5	— 8.0
1889					4	4	— 2.6	— 2.6	8	8	— 7.4	— 7.4
1890					11	11	— 5.4	— 4.8	16	16	— 6.1	— 5.4

Jahr	*α Aquilae*				*γ Cygni*				*α Cygni*			
	Anzahl der		Bewegung		Anzahl der		Bewegung		Anzahl der		Bewegung	
	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen
1875—1880	9	8	— 2.8	— 0.4	9	8	— 3.5	— 3.3	9	9	— 8.9	— 8.9
1881	3	3	— 5.4	— 5.6					4	4	— 6.1	— 5.9
1882	3	3	— 3.0	— 3.0	1	1	— 3.5	— 4.6	5	5	— 5.9	— 7.2
1883	8	8	+ 0.0	+ 0.0	2	2	— 1.1	— 1.1	4	4	— 9.1	— 9.1
1884	18	18	— 7.2	— 6.9	2	2	— 2.2	— 3.0	12	12	— 7.8	— 7.6
1885	7	7	— 9.1	— 8.5	1	1	— 2.6	— 2.6	5	5	— 9.3	— 9.1
1886	4	4	— 8.9	— 8.0	1	1	+ 2.2	+ 2.6	3	3	— 5.6	— 5.0
1887	6	6	— 8.9	— 8.7	2	2	— 5.4	— 5.9	4	4	— 12.1	— 11.3
1888												
1889	8	8	— 8.2	— 8.5					9	9	— 9.5	— 8.9
1890	15	15	— 8.9	— 7.8	1	1	— 11.1	— 9.1	9	9	— 8.5	— 8.2

Digitized by Google

Jahr	ε Pegasi				β Pegasi				α Pegasi			
	Anzahl der		Bewegung		Anzahl der		Bewegung		Anzahl der		Bewegung	
	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen
1875—1880	10	11	— 3.7	— 3.5	3	3	+ 4.3	+ 3.9	7	7	— 7.2	— 6.1
1881					8	8	— 1.1	— 0.8	6	6	— 6.9	— 6.3
1882									3	3	— 5.0	— 5.2
1883	1	1	+ 3.5	+ 2.8	1	1	+ 3.5	+ 3.7	5	5	— 1.7	— 1.7
1884	4	4	— 3.0	— 2.8	1	1	— 6.9	— 6.7	15	15	— 5.4	— 5.0
1885									4	4	— 2.0	— 2.6
1886					3	3	— 9.8	— 9.1	3	3	— 4.8	— 3.3
1887	2	2	+ 3.5	+ 3.9					4	4	— 4.6	— 4.8
1888												
1889									3	3	— 10.2	— 9.1
1890									8	8	— 4.6	— 4.8

Vergleichung der Greenwicher mit den Potsdamer Resultaten.

Stern	Greenwicher Beobachtungen				Potsdamer Resultate	Stern	Greenwicher Beobachtungen				Potsdamer Resultate
	Anzahl der		Bew. rel. zur Sonne				Anzahl der		Bew. rel. zur Sonne		
	Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen			Mess.	Schätz.	Messungen	Schätzungen	
α *Androm.*	60	58	— 6.1	— 5.9	+ 0.6	γ *Leonis*	17	19	— 3.4	— 4.3	— 5.2
β *Cassiop.*	18	19	— 0.7	— 0.0	+ 0.7	β *Ursae maj.*	12	12	+ 1.7	+ 2.2	— 4.0
α *Cassiop.*	3	5	+ 9.3	+ 7.2	— 2.1	α *Ursae maj.*	7	7	— 7.4	— 7.2	— 1.6
γ *Cassiop.*	19	21	— 2.5	— 0.9	— 0.5	δ *Leonis*	9	10	— 3.5	— 2.6	— 1.9
β *Androm.*	12	12	— 0.6	— 0.4	+ 1.5	β *Leonis*	25	26	— 2.2	— 1.5	— 1.6
γ *Androm.*	4	4	— 1.8	— 3.0	— 1.7	γ *Ursae maj.*	12	12	+ 2.1	+ 2.2	— 3.6
α *Arietis*	17	17	— 1.8	— 2.2	— 2.0	ε *Ursae maj.*	11	11	— 0.7	— 0.4	— 4.1
α *Persei*	31	31	— 3.9	— 3.9	— 1.4	ζ *Ursae maj.*	11	12	+ 2.3	+ 0.4	— 4.2
α *Tauri*	79	80	+ 6.8	+ 6.7	+ 6.5	η *Ursae maj.*	13	13	— 1.6	— 1.7	— 3.5
α *Aurigae*	59	60	+ 4.7	+ 5.4	+ 3.3	α *Bootis*	95	96	— 9.5	— 9.8	— 1.0
β *Orionis*	61	60	+ 4.2	+ 4.1	+ 2.2	ε *Bootis*	14	8	— 1.8	— 2.2	— 2.2
γ *Orionis*	41	40	— 0.5	— 0.4	+ 1.2	β *Ursae min.*	2	2	+ 6.3	+ 5.6	+ 1.9
β *Tauri*	44	44	— 2.9	— 2.6	+ 1.1	β *Librae*	17	17	— 4.9	— 5.0	— 1.3 :
δ *Orionis*	21	21	+ 0.3	+ 0.4	+ 0.1	α *Coronae*	44	44	+ 2.5	+ 2.8	+ 4.3
ε *Orionis*	18	18	— 0.0	+ 0.7	+ 3.6	α *Serpentis*	2	2	— 3.8	— 2.3	+ 3 : :
ζ *Orionis*	15	15	— 0.6	— 0.7	+ 2.0	β *Herculis*	1	3	— 10.0	— 4.8	— 4.8
α *Orionis*	30	32	+ 2.1	+ 6.1	+ 2.3	α *Ophiuchi*	43	43	— 3.8	— 3.5	+ 2.6
β *Aurigae*	20	20	— 0.8	— 0.7	— 3.8	α *Lyrae*	105	106	— 7.7	— 7.4	— 2.1
γ *Geminor.*	19	19	— 5.7	— 4.8	— 2.2	α *Aquilae*	81	80	— 6.6	— 6.5	— 5.0
α *Canis maj.*	72	74	— 2.1	— 1.5	— 2.1	γ *Cygni*	19	18	— 3.3	— 3.3	— 0.9
α *Geminor.*	40	41	+ 2.3	— 0.9	— 4 :	α *Cygni*	64	64	— 8.4	— 8.2	— 1.1
α *Canis min.*	65	66	+ 0.7	+ 0.9	— 1.2	ε *Pegasi*	17	18	— 2.3	— 2.2	+ 1.1
β *Geminor.*	67	68	— 7.2	— 7.6	+ 0.2	β *Pegasi*	16	16	— 1.7	— 1.5	+ 0.9 :
α *Leonis*	45	45	+ 0.3	— 0.7	— 1.2	α *Pegasi*	58	58	— 5.3	— 5.0	+ 0.2

Zur weiteren Beurtheilung der Genauigkeit der Greenwicher Messungen sind noch für die oft beobachteten und hellsten Sterne die wahrscheinlichen Fehler für das Mittel der an einem Abend ausgeführten Beobachtungen nachstehend gegeben. Es sind hierbei nur die Messungen von 1881 bis

Digitized by Google

1890 benutzt, die Beobachtungen aus früheren Jahren sind erheblich unsicherer; die Schätzungen sind ausgeschlossen worden.

Stern	w.F. geogr. Meilen	Stern	w.F. geogr. Meilen	Stern	w.F. geogr. Meilen	Stern	w.F. geogr. Meilen
α *Andromedae*	± 2.3	γ *Orionis*	± 2.3	α *Canis minoris*	± 3.4	α *Ophiuchi*	± 3.0
α *Persei*	± 3.9	β *Tauri*	± 2.9	β *Geminorum*	± 2.6	α *Lyrae*	± 2.1
α *Tauri*	± 2.8	α *Orionis*	± 3.2	α *Leonis*	± 2.6	α *Aquilae*	± 3.0
α *Aurigae*	± 3.2	γ *Geminorum*	± 5.4	α *Bootis*	± 2.0	α *Cygni*	± 2.2
β *Orionis*	± 1.9	α *Canis majoris*	± 2.7	α *Coronae*	± 4.0	α *Pegasi*	± 2.7

Aus der vorstehenden Vergleichung geht nun zunächst hervor, dass von den 48 Sternen, die in Greenwich und Potsdam gemeinsam beobachtet wurden, 28 bezw. 30 (Messungen, Schätzungen) dem Sinne nach übereinstimmen; über weitere Verhältnisse giebt die folgende Zusammenstellung Aufschluss.

	Greenwich	Potsdam
Grösste beobachtete Geschwindigkeiten (geogr. Meilen)	— 10.0 (β *Herc.*) — 9.5 (α *Boot.*) + 9.3 (α *Cass.*)	+ 6.5 (α *Tauri*) — 5.2 (γ *Leonis*)
Mittlere Geschwindigkeit (geogr. Meilen)	3.6	2.2
Anzahl der Sterne mit positiver Bewegung grösser als 3 geogr. Meilen	5	5
Anzahl der Sterne mit positiver Bewegung zwischen 0.5 und 3 geogr. Meilen	7	12
Anzahl der Sterne, deren Geschwindigkeit zwischen + 0.5 und — 0.5 geogr. Meilen gelegen ist	4	3
Anzahl der Sterne mit negativer Bewegung zwischen 0.5 und 3 geogr. Meilen	15	18
Anzahl der Sterne mit negativer Bewegung grösser als 3 geogr. Meilen	17	10
Durchschnittlicher w.F. (geogr. Meilen) für die Messungen an einem Abend (Greenwich), für eine Platte und einen Beobachter (Potsdam)	± 2.9	± 0.35

Auffallend ist die starke Abweichung zwischen den Greenwicher und Potsdamer Messungen an einem der hellsten Sterne des nördlichen Himmels α Bootis, der eine sehr sichere Messung zulässt (Greenwich — 9.5, Potsdam — 1.0 geogr. Meilen), und es ist von grosser Bedeutung, dass über die Bewegung dieses Sternes von Keeler Beobachtungen mit dem grossen Instrumente der Lick-Sternwarte vorliegen, die in Bezug auf Genauigkeit mit den Potsdamer Resultaten von gleicher Ordnung sind. Ihr Interesse wird noch dadurch erhöht, dass Herr Keeler die Beobachtungen durch directe Messung an den *D*-Linien unter Anwendung von Diffractionsgittern ausgeführt hat. Im Mittel ergiebt sich aus diesen Beobachtungen die Geschwindigkeit des Arctur relativ zur Sonne zu — 0.93 geogr. Meilen (Publicat. of the Astron. Society of the Pacific Vol. II pag. 285), gewiss eine vortreffliche Bestätigung

Digitized by Google

des hier gefundenen Werthes. Bisher sind noch keine weiteren Beobachtungen, die mit dem Lick-Instrument angestellt worden sind, bekannt geworden, ausser einer Beobachtung an α Tauri, die als Rechnungsbeispiel in einer Abhandlung von W. Campbell (The Reduction of Spectroscopic observations etc.) angeführt wird. Durch Messung der Verschiebung der Linie D_2 im Spectrum dritter Ordnung am 24. November 1891 ergab sich für die Bewegung des Aldebaran relativ zur Sonne + 6.6 geogr. Meilen; auch diese Beobachtung stimmt vortrefflich mit dem Potsdamer Werthe überein.

Digitized by Google

PUBLICATIONEN

DES

ASTROPHYSIKALISCHEN OBSERVATORIUMS

ZU POTSDAM.

HERAUSGEGEBEN VOM DIRECTOR

H. C. VOGEL.

SIEBENTER BAND.

ZWEITER THEIL.

POTSDAM, 1895.

IN COMMISSION BEI WILHELM ENGELMANN IN LEIPZIG.

Digitized by Google

Digitized by Google

In dem Vorwort zum ersten Theile des VII. Bandes dieser Publicationen, der vor nunmehr drei Jahren erschienen ist, hatte ich bereits mitgetheilt, dass die zum Zwecke der Ermittelung der Linienverschiebung gemachten photographischen Aufnahmen der Fixsternspectra auch zu eingehenden Untersuchungen über die Sternspectra selbst Verwendung finden sollten. Diese Untersuchungen, von Prof. Scheiner ausgeführt, haben den Erwartungen, die sich daran knüpften, in vollem Masse entsprochen und einige Resultate von hohem wissenschaftlichen Interesse ergeben, auf die näher einzugehen ich mir an dieser Stelle versagen kann, da in der Abhandlung selbst alles Erforderliche hierüber mitgetheilt ist. Jedoch will ich nicht verfehlen, hier noch ganz besonders auf die am Schlusse der Abhandlung gegebenen speciellen Untersuchungen und Betrachtungen hinzuweisen, da die darin enthaltenen Ausführungen als eine gedrängte Zusammenfassung der Folgerungen, die sich aus den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchungen ableiten lassen, zu betrachten sind.

Potsdam, März 1895.

H. C. VOGEL.

Digitized by Google

Digitized by Google

PUBLICATIONEN

DES

ASTROPHYSIKALISCHEN OBSERVATORIUMS

ZU POTSDAM.

Nr. 26.

SIEBENTEN BANDES ZWEITER THEIL.

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE SPECTRA DER HELLEREN STERNE

NACH PHOTOGRAPHISCHEN AUFNAHMEN

VON

J. SCHEINER.

POTSDAM, 1895.

IN COMMISSION BEI WILHELM ENGELMANN IN LEIPZIG.

Digitized by Google

Digitized by Google

INHALTS-VERZEICHNISS.

Seite

Einleitung 171
Die Ausmessung und Reduction der Aufnahmen 175
Die Methode der Wellenlängenbestimmung bei linienreichen Spectren 178
Die Methode der Wellenlängenbestimmung bei linienarmen Spectren 189
Ableitung der Wellenlängen nach der zweiten Messmethode 199
Die Metalllinien im Sonnenspectrum 211

Charakteristik der einzelnen Spectra, Cataloge der definitiven Wellenlängen 222
1. Die Spectra der ersten Spectralclasse 222
1. Classe I*a* 222
2. Classe I*b* 248
3. Classe I*c* 252
2. Die Spectra der Classe II*a* bis III*a* 252

Speciellere Untersuchungen 315
Untersuchungen über einzelne Linien, welche häufiger in den Spectren der Classe I auftreten 315
Das mittlere Spectrum der Classe II*a* 322
Besondere Abweichungen vom Spectrum der Classe II*a* 329
Ueber die einseitig verwaschenen schmalen Bänder in den Spectren der Classe III*a* 331

Schlussbetrachtungen 333

Digitized by Google

Digitized by Google

Die photographischen Aufnahmen der Spectra der helleren Fixsterne, welche in den Jahren 1888 bis 1891 mit dem Spectrographen in Verbindung mit dem 11zölligen Refractor des Potsdamer Observatoriums behufs Ermittelung der Geschwindigkeitscomponenten im Visionsradius hergestellt worden sind, zeigten eine solche Schärfe und einen solchen Reichthum an Linien, wie bis dahin auch nicht annähernd bei Spectralaufnahmen oder spectroskopischen Beobachtungen erzielt worden war.

Es war daher zu erwarten, dass die Ausmessung der Aufnahmen neben ihrer hauptsächlichen Verwerthung in der angedeuteten Richtung auch einen nicht unwesentlichen Beitrag zur Kenntniss der Fixsternspectra liefern würde, und ich habe diese Arbeit im Laufe der letzten Jahre, allerdings mit vielen Unterbrechungen durch andere Untersuchungen, ausgeführt. Einen Theil der gewonnenen Resultate habe ich bereits in vorläufigen Mittheilungen, Astr. Nachr. Nr. 2923, Berichte der K. Akademie der Wissenschaften zu Berlin im Jahre 1890, sowie in meiner »Spectralanalyse der Gestirne« publicirt. Jedoch haben dieselben, als sich im Laufe der Untersuchungen bessere und sicherere Methoden zur Ermittelung der Wellenlängen ergaben, theilweise Modificationen erfahren, und ich werde sie deshalb an dieser Stelle noch einmal ausführlich mittheilen.

Im ersten Theile des VII. Bandes der Potsdamer Publicationen hat Herr Vogel bereits alle wissenswerthen Einzelheiten über die Construction des Spectrographen, über die Aufnahmen selbst, sowie über das Beobachtungsjournal veröffentlicht, so dass es genügen dürfte, wenn ich hierauf ein für allemal verweise. Nur in Beziehung auf die für die Beurtheilung der im Folgenden gegebenen Untersuchungen nothwendigen Daten, für welche ja theilweise ganz andere Gesichtspunkte massgebend waren, als für die Ermittelung der Linienverschiebung, werde ich die erforderlichen Erläuterungen vorausschicken.

Zur Beurtheilung der benutzten Spectralaufnahmen möchte ich vor allem nochmals hervorheben, dass dieselben nicht für die vorliegende Untersuchung bestimmt waren, sondern zu dem bereits angegebenen Zwecke angefertigt wurden, der eine möglichste Schärfe der Spectra in ihrem mittleren Theile, der Gegend der $H\gamma$-Linie, erforderte. Dieser Umstand hat zur Folge gehabt, dass sämmtliche Aufnahmen nur bei der Justirung des Apparates auf die $H\gamma$-Linie hergestellt worden sind, während es im vorliegenden Falle bedeutend vortheilhafter gewesen wäre, wenn von jedem Stern mindestens zwei Spectra mit verschiedener Justirung aufgenommen worden wären, das eine Mal mit besonderer Berücksichtigung der mittleren Theile, das andere Mal bei möglichster Schärfe der äusseren Partien. Wie schon bemerkt, besitzen aber die Aufnahmen trotz dieses ungünstigen Umstandes einen bis dahin auch von anderer Seite nicht annähernd erreichten Linienreichthum.

Digitized by Google

Der Spectrograph gestattet die Abbildung der Spectra, wenn die $H\gamma$-Linie (Wellenlänge 434 $\mu\mu$) in der Mitte gelegen ist, von F bis dicht vor H, bei einer linearen Ausdehnung von 7 Centimetern; indessen erreichen nur die wenigsten Aufnahmen diese Grenzen wirklich, und zwar aus verschiedenen Gründen. Bei dem für die optischen Strahlen achromatisirten Objective des grossen Refractors liegen die Vereinigungspunkte für die blauen und violetten Strahlen schon beträchtlich weit aus einander. So besteht z. B. für die Strahlen von der Wellenlänge 486 $\mu\mu$ (F) und 434 $\mu\mu$ ($H\gamma$) eine Focaldifferenz von $\overset{mm}{8{\cdot}2}$, oder es beträgt bei exacter Einstellung des Spaltes auf die $H\gamma$-Linie der Durchmesser des Abweichungskreises für F $\overset{mm}{0{\cdot}46}$ und für das violette Ende sogar $\overset{mm}{0{\cdot}65}$. Da nun die Spaltweite selten mehr als $\overset{mm}{0{\cdot}03}$ betragen hat, etwa die Hälfte des Durchmessers des Focalbildes, so ergiebt sich ohne Weiteres eine Verminderung der Lichtstärke der Spectra an den Enden um das 15- bis 22fache gegenüber der Mitte. Für die photographischen Aufnahmen ist die Verminderung der Lichtstärke noch viel bedeutender, da das Maximum der Empfindlichkeit der photographischen Platte bei $H\gamma$ liegt und in der Nähe der F-Linie bereits eine sehr starke Abnahme der Empfindlichkeit vorhanden ist; nach der brechbareren Seite hin nimmt die Empfindlichkeit der Platte und damit die Lichtstärke des Spectrums in geringerem Masse ab.

Die Einstellung des Spalts auf den Focus der Strahlen $H\gamma$ erfolgte nach einer empirisch festgestellten Temperaturscala, und besonders bei stark variirenden Kuppeltemperaturen konnte deshalb die Einstellung nicht mit vollständiger Genauigkeit erfolgen. In solchen Fällen zeigt entsprechend das Spectrum eine verhältnissmässig grössere Ausdehnung nach einer Seite hin.

Bei den Spectren der zweiten Classe findet in dem violetten Theile, von G an, eine sehr starke Absorption statt, die um so stärker wird, je mehr sich das Spectrum der dritten Classe nähert. Bei allen diesen Spectren ist daher die Ausdehnung nach dem violetten Ende hin eine relativ sehr geringe.

Auch bei den Spectren, welche die volle Ausdehnung von 7 Centimetern haben, waren die Enden wegen ihrer mit dem Abstande von der $H\gamma$-Linie wachsenden Unschärfe nur mit Vorsicht zur Ausmessung heranzuziehen. Das Cameraobjectiv, eine für die chemischen Strahlen achromatisirte Linse, giebt in dem mittleren Theile des Gesichtsfeldes zwar eine vorzügliche Schärfe, reicht jedoch bis zu den Enden des Spectrums, bei einem Abstande von 4° von der optischen Axe, nicht mehr aus, besonders nicht zur Abbildung auf eine Ebene. Auf diesen Punkt werde ich noch ausführlicher zurückkommen müssen.

Im allgemeinen ist also der wirklich zur Untersuchung gelangte Theil der Spectra ziemlich klein, doch werde ich zeigen, dass in allen Fällen selbst diese geringe Ausdehnung zu einer sehr präcisen Charakterisirung der Spectra ausreichend gewesen ist.

Um den Resultaten einen höheren Grad von Sicherheit zu geben, habe ich, wenn irgend möglich, von jedem Sterne zwei Aufnahmen benutzt und hierzu natürlich die besten ausgewählt; die Ausmessung der beiden Aufnahmen fand gänzlich unabhängig von einander statt. Bei den linienarmen Spectren der I. Spectralclasse, bei welchen die Ausmessung nicht einen so beträchtlichen Arbeitsaufwand erforderte, wie bei denen des II. Typus, habe ich alle guten Aufnahmen gemessen; es war dies auch insofern geboten, als bei diesen Spectren die Genauigkeit der Messungen, resp. der Reduction, beträchtlich hinter derjenigen der linienreichen Spectra geblieben ist.

Ich gebe im Folgenden das Beobachtungsjournal für diejenigen Aufnahmen, welche zu Messungen benutzt worden sind. Die Anordnung ist genau dieselbe wie bei dem vollständigen Beobachtungsjournale im I. Theile des VII. Bandes. Es bedeuten die einzelnen Columnen der Reihenfolge nach:

1) Plattennummer, 2) und 3) Datum und Beobachtungszeit, für die Mitte der Exposition gültig, 4) Bezeichnung des Sterns, 5) mittlere Temperatur während der Beobachtung an dem am Apparate

Digitized by Google

befindlichen Thermometer nach Celsius (in Betreff der eingeklammerten Zahlen wird später Ausführlicheres mitgetheilt werden), 6) und 7) Einstellungen der Scalen am Collimator und an der Camera, 8) Kurze Beschreibung der Luftbeschaffenheit in Bezug auf Ruhe und Durchsichtigkeit, 9) Expositionsdauer, 10) Beobachter (S. bedeutet Scheiner, V. Vogel, St. Schröter, B. Blumbach).

Beobachtungsjournal.

Platten-Nr.	Datum	Mittl. Zeit Potsdam	Stern	Temperatur Celsius	Einstellung am Collimator	Einstellung am Camera-Objectiv	Luftbeschaffenheit	Expos.-Dauer	Beob.
	1888								
4	Sept. 28	—	*α Andromedae*	(+12°)	19.0	23.5	Gut; zuletzt dunstig und Wolken.	80m	S.
15	Oct. 24	9h50	*α Aurigae*	(+10)	18.0	23.5	Zuerst unruhig, später besser.	60	S.
17	» 24	14.25	*β Orionis*	(+ 8)	18.0	23.5	Recht ruhig.	60	S.
20	» 28	12.25	*α Tauri*	(+15)	18.0	23.5	Sehr ruhig.	60	S.
23	Nov. 5	9.33	*α Arietis*	(0)	18.0	23.5	Ausserordentlich durchsichtig, sehr ruhig.	90	S.
24	» 5	12.00	*β Orionis*	(— 1)	18.0	23.5	Ausserordtl. durchsicht.; trotz tiefen Standes recht	60	V. u. S.
35	» 11	8.00	*α Lyrae*	0.0	22.0	23.5	Aussergewöhnlich ruhig u. durchsichtig. [ruhig.	60	S.
36	» 11	10.75	*α Cygni*	— 2.0	22.0	23.5	Recht ruhig, sehr durchsichtig.	60	S.
40	» 13	7.25	*α Lyrae*	0.0	22.0	23.5	Sehr ruhig und durchsichtig.	70	S.
43	» 14	7.00	*α Ursae min.*	(— 1)	22.0	23.5	Ruhig und durchsichtig.	60	S.
49	Dec. 3	11.42	*β Orionis*	+ 5.0	21.0	22.0	Unruhig, nicht sehr durchsichtig.	50	S.
50	» 4	6.63	*β Persei*	+ 5.0	21.0	22.0	Sehr ruhig und durchsichtig.	65	S.
52	» 4	11.38	*α Tauri*	+ 4.0	21.0	22.0	Sehr durchsichtig und ruhig.	65	V. u. S.
53	» 5	6.38	*α Persei*	+ 4.5	21.0	22.0	Etwas dunstig, aber sehr ruhig.	65	S.
55	» 6	8.08	*α Ursae min.*	+ 2.0	20.0	22.0	Sehr ruhig, etwas nebelig.	70	V.
57	» 7	6.54	*α Andromedae*	+ 0.5	20.0	21.5	Unruhig, nicht sehr durchsichtig.	65	S.
38	» 7	9.17	*β Tauri*	— 0.5	20.0	21.5	Aeusserst unruhig; ziemlich durchsichtig.	60	S.
59	» 7	11.00	*γ Orionis*	— 0.5	20.0	21.5	Sehr unruhig; ziemlich durchsichtig.	60	S.
61	» 8	10.17	*α Orionis*	+ 2.0	20.0	21.5	Ruhig, ziemlich durchsichtig.	60	V. u. S.
62	» 8	12.33	*α Canis min.*	+ 2.0	20.0	21.5	Unruhig, ziemlich durchsichtig.	60	S.
63	» 10	6.54	*α Persei*	+ 1.5	20.0	21.5	Ruhig und durchsichtig; zuweilen vorbeiziehende	65	S.
65	» 10	11.83	*β Orionis*	— 0.5	20.0	21.5	Ruhig und sehr durchsichtig. [Wolken.	60	S.
66	» 13	5.83	*γ Andromedae*	— 1.0	20.0	21.5	Sehr ruhig, etwas dunstig.	60	S.
67	» 13	6.92	*α Aurigae*	— 2.0	20.0	21.5	Sehr ruhig, etwas dunstig.	50	S.
70	» 14	11.67	*γ Geminorum*	— 4.0	21.0	21.0	Sehr unruhig, nicht besonders durchsichtig.	60	S.
71	» 22	10.42	*α Geminorum*	0.0	21.0	21.5	Recht dunstig, später trübe; ruhig.	50	S.
72	» 26	9.58	*γ Orionis*	+ 5.0	22.0	21.5	Ruhig, dunstig; häufig Wolken.	60	S.
74	» 28	9.50	*ζ Orionis*	+ 0.5	20.0	21.5	Sehr dunstig, ziemlich ruhig.	60	S.
77	» 29	11.25	*α Canis min.*	+ 0.5	20.0	21.5	Ziemlich durchsichtig und ruhig.	60	S.
	1889								
82	Jan. 4	9.00	*ε Orionis*	— 5.0	21.0	21.0	Unruhig und nicht sehr durchsichtig.	60	S.
83	» 4	10.17	*ζ Orionis*	— 5.0	21.0	21.0	Unruhig und undurchsichtig.	60	S.
85	» 5	10.25	*β Geminorum*	— 3.0	21.0	21.0	Sehr ruhig, ziemlich durchsichtig.	70	S.
86	» 6	5.67	*β Persei*	— 2.0	21.0	21.0	Sehr ruhig, durchsichtig.	60	S.
91	» 13	9.00	*β Cassiopejae*	— 4.0	21.0	21.0	Ausserordentlich unruhig; ziemlich durchsichtig.	60	S.
92	» 14	8.83	*β Cassiopejae*	—10.5	22.0	20.5	Aeusserst unruhig; nicht sehr durchsichtig.	60	S.
94	Febr. 3	9.25	*β Geminorum*	+ 2.0	21.0	21.5	Ausserordentlich ruhig. Wolken, später trübe.	30	S.
96	» 7	7.00	*β Orionis*	0.0	21.0	21.5	Sehr ruhig und durchsichtig.	60	S.
101	» 13	8.79	*β Orionis*	—10.0	22.0	20.5	Sehr unruhig, wenig durchsichtig.	55	S.
103	März 6	7.08	*ε Orionis*	— 3.0	21.0	21.0	Sehr ruhig, aber dunstig.	60	S.
106	» 9	9.50	*α Leonis*	+ 2.5	20.0	21.5	Recht ruhig und sehr durchsichtig.	60	S.
112	April 3	7.50	*β Orionis*	+ 6.0	20.0	22.0	Unruhig, ziemlich durchsichtig.	60	S.

Digitized by Google

Platten-Nr.	Datum	Mittl. Zeit Potsdam	Stern	Temperatur Celsius	Einstellung am Collimator	Einstellung am Camera-Objectiv	Luftbeschaffenheit	Expos.-Dauer	Beob.
	1889								
114	April 3	10h67	γ *Leonis*	+ 4°0	20.0	22.0	Aeusserst ruhig u. durchsichtig. Ganz vorzüglich.	60m	S.
115	» 4	8.75	α *Leonis*	+ 5.0	20.0	22.0	Sehr ruhig und durchsichtig.	50	S.
116	» 4	9.83	β *Leonis*	+ 5.0	20.0	22.0	Sehr ruhig und durchsichtig.	60	S.
117	» 4	11.08	α *Bootis*	+ 4.5	20.0	22.0	Etwas unruhig; sehr durchsichtig.	60	S.
118	» 19	9.50	α *Geminorum*	+10.0	19.0	22.5	Dunstig, bald trübe; sehr ruhig.	60	S.
119	» 21	9.25	α *Virginis*	+11.0	19.0	22.5	Sehr ruhig, aber dunstig. Bald trübe.	50	S.
120	» 29	8.83	δ *Leonis*	+16.0	18.0	23.0	Recht dunstig, aber sehr ruhig.	60	S.
122	» 29	11.17	α *Virginis*	+15.0	18.0	23.0	Sehr durchsichtig, etwas unruhig.	60	S.
123	» 30	8.96	α *Bootis*	+16.0	17.0	23.0	Recht undurchsichtig; sehr ruhig.	55	S.
128	Mai 4	11.17	α *Ursae maj.*	+16.0	19.0	23.5	Sehr ruhig und durchsichtig.	60	S.
134	» 17	11.00	α *Coronae*	+18.0	18.5	23.0	Ruhig und ziemlich durchsichtig.	60	S.
137	» 22	12.00	α *Ursae maj.*	+19.0	18.0	23.5	Recht unruhig, aber sehr durchsichtig.	60	S.
138	» 23	10.50	β *Ursae maj.*	+21.0	18.0	23.5	Etwas unruhig, sehr durchsichtig.	60	S.
139	» 23	12.00	ε *Ursae maj.*	+19.0	18.0	23.5	Ziemlich unruhig, sehr durchsichtig.	60	S.
141	» 24	11.67	ε *Ursae maj.*	+19.0	18.0	23.5	Etwas unruhig, sehr durchsichtig.	40	S.
143	» 25	11.83	β *Ursae maj.*	+19.0	18.0	23.5	Ziemlich ruhig und durchsichtig.	60	S.
145	» 31	12.00	η *Ursae maj.*	+21.0	17.5	23.5	Etwas unruhig, sehr durchsichtig.	60	S.
147	Juni 2	10.75	β *Ursae min.*	+24.5	17.5	23.5	Sehr ruhig und durchsichtig.	60	S.
148	» 6	10.25	α *Lyrae*	+23.5	17.5	23.5	Sehr ruhig und durchsichtig.	30	S.
150	» 7	10.58	β *Herculis*	+23.5	17.5	23.5	Sehr ruhig und durchsichtig.	60	S.
153	Sept. 4	9.08	β *Andromedae*	+11.5	19.0	22.5	Unruhig, ziemlich durchsichtig.	60	S.
157	Nov. 23	9.00	β *Persei*	+ 1.5	20.0	21.5	Sehr ruhig und durchsichtig.	60	V.
	1890								
166	Jan. 8	9.50	β *Orionis*	+ 5.8	19.6	22.3	Sehr ruhig u. durchsichtig; zuletzt etwas dunstig.	60	V. u. St.
168	» 9	7.70	α *Tauri*	+ 5.3	20.0	21.7	Scheinbar sehr gut; gegen Schluss Wolken.	70	V. u. St.
169	» 11	8.63	α *Orionis*	+ 2.4	20.7	21.5	Sehr unruhig, aber durchsichtig, zuletzt Wolken.	75	V. u. St.
176	Febr. 12	6.75	α *Arietis*	— 1.0	20.5	21.5	Sehr ruhig und durchsichtig.	60	S. u. St.
177	» 12	7.83	γ *Andromedae*	— 1.5	20.5	21.5	Sehr durchsichtig; etwas unruhig.	60	S. u. St.
179	» 20	7.00	α *Cassiopejae*	— 2.0	21.0	21.5	Ruhig, aber wenig durchsichtig.	60	S. u. St.
180	» 21	7.00	α *Cassiopejae*	0.0	20.5	21.5	Ruhig, durchsichtig; später trübe.	60	S. u. St.
184	März 29	9.00	ζ *Ursae maj.*	+18.0	17.5	23.0	Etwas unruhig und nicht sehr durchsichtig.	60	S.
185	April 1	8.00	η *Ursae maj.*	+ 8.0	19.5	22.5	Sehr unruhig, ziemlich durchsichtig.	60	S.
186	» 1	10.08	δ *Leonis*	+ 8.0	19.5	22.5	Ziemlich ruhig, dunstig; später ganz trübe.	50	S. u. B.
191	» 9	9.25	β *Leonis*	+ 9.0	19.0	22.5	Sehr durchsichtig; ziemlich ruhig.	60	S.
193	» 10	11.50	α *Virginis*	+ 6.0	19.5	22.0	Nicht sehr durchsichtig; ruhig.	60	S.
195	» 13	10.83	α *Virginis*	+ 5.5	19.5	22.0	Sehr unruhig, aber sehr durchsichtig.	60	S.
214	Juli 9	10.75	ζ *Ursae maj.*	+17.0	18.5	23.0	Sehr ruhig, ziemlich durchsichtig.	60	S.
215	» 13	10.33	ζ *Ursae maj.*	+16.5	18.5	23.0	Sehr ruhig, etwas dunstig.	60	S.
218	Sept. 8	8.04	ζ *Ursae maj.*	+15.5	18.0	23.0	Sehr durchsichtig, kurze Zeit Wolken.	65	V. u. S.
222	Nov. 22	9.50	β *Aurigae*	+ 6.0	19.5	22.0	Ruhig und durchsichtig; häufig durch Wolken unterbrochen.	60	V. S. B.
	1891								
230	Febr. 1	9.88	γ *Orionis*	+ 3.0	20.5	22.0	Dunstig, zuweilen sehr stark.	65	S. u. B.
231	» 4	6.92	β *Orionis*	+ 3.0	20.5	22.0	Ausgezeichnet durchsichtig; etwas unruhig.	60	S. u. B.
232	» 4	8.08	γ *Orionis*	+ 2.0	20.5	22.0	Ausgezeichnet durchsichtig.	60	S. u. B.
234	» 5	6.17	β *Tauri*	+ 1.2	20.5	21.5	Ziemlich durchsichtig.	60	S. u. B.
236	» 7	8.25	γ *Geminorum*	— 1.0	21.0	21.3	Sehr gut.	60	V. u. B.
238	» 13	6.75	α *Andromedae*	— 1.5	21.0	21.3	Gut durchsichtig, aber unruhig.	60	S. u. B.
239	» 26	7.10	δ *Orionis*	+ 5.0	20.0	22.0	Gut und ruhig.	60	V. u. B.
240	» 27	7.00	δ *Orionis*	+ 3.0	20.5	21.8	Gut und durchsichtig.	60	V. u. B.
243	März 16	11.83	α *Coronae*	+ 6.0	19.5	22.0	Ruhig.	60	S. u. B.
244	» 17	9.50	β *Persei*	+ 7.5	19.5	22.0	Ruhig, etwas dunstig.	60	S.

Digitized by Google

Die Ausmessung und Reduction der Aufnahmen.

Allgemeine Bemerkungen über die Vortheile, welche die Ausmessung von Spectralaufnahmen gegenüber der directen Messung am Fernrohre gewährt, sind bereits mehrfach veröffentlicht worden, u. a. ausführlich in meiner »Spectralanalyse der Gestirne«*). Ich kann mich daher an dieser Stelle sehr kurz fassen und möchte wesentlich nur auf einen wichtigen Punkt aufmerksam machen. In den Spectren der II. Classe, als deren Hauptvertreter das Sonnenspectrum anzusehen ist, ist eine sehr merkliche Tendenz zur Bildung von Liniengruppen vorhanden. Gerade die stärksten Linien sind meistens nicht isolirt, sondern von schwächeren Linien begleitet, welche sich manchmal in so geringem Abstande von der Hauptlinie befinden, dass sie noch innerhalb der verwaschenen Begrenzung derselben fallen. Trotz der verhältnissmässig zwar sehr starken Dispersion des Spectrographen werden solche Systeme selbst im Sonnenspectrum nicht aufgelöst, sie erscheinen vielmehr als breite verwaschene Linien oder Bänder, und dem Anblicke nach ist es nicht zu unterscheiden, ob eine einzelne breite Linie vorliegt oder eine Gruppe von Linien. Diese Entscheidung wird beim Sonnenspectrum zwar sofort durch Vergleichung mit einem bei stärkerer Dispersion erhaltenen Atlas oder einem Linienverzeichniss ermöglicht, nicht aber a priori in jedem beliebigen Sternspectrum. Der Rückschluss, dass auch in einem Sternspectrum eine verwaschene Linie ein Liniensystem sei, kann erst dann gestattet sein, wenn die Aehnlichkeit zwischen Stern- und Sonnenspectrum eine so grosse ist, dass alle oder fast alle verwaschenen Linien im ersteren den als Liniengruppen bekannten verwaschenen Linien im letzteren entsprechen. Ist sodann noch das Aussehen der verwaschenen Linien in Bezug auf die Verwaschenheiten in beiden Spectren ein identisches, so ist meines Erachtens ohne Weiteres der fernere Schluss erlaubt, dass auch die einzelnen Linien des Systems in beiden Spectren identisch sind, d. h. man kann alsdann im Sternspectrum Linien als vorhanden angeben, welche gar nicht einzeln zu erkennen sind, und deren Sichtbarmachung auch späterhin kaum zu erwarten ist. Es ist das ein sehr bedeutender Vorzug der photographischen Methode gegenüber der directen, bei welcher derartige Vergleichungen nur in viel beschränkterer Weise und mit beträchtlich grösserem Arbeitsaufwand auszuführen sind.

Je mehr ein Sternspectrum vom Sonnenspectrum abweicht, mit um so weniger Sicherheit können Schlüsse über die feinere, nicht mehr direct sichtbare Structur des Sternspectrums gezogen werden, bis schliesslich überhaupt nur noch das direct Gemessene verbürgt werden kann.

Die grosse Genauigkeit, mit welcher auf Linien in Sternspectren pointirt werden kann, selbst bei verwaschenen Objecten, erleidet in vielen Fällen eine Einbusse dadurch, dass man nicht immer in der Lage ist, die Stelle, auf welche man pointirt, genau anzugeben. Zunächst bleibt bei verwaschenen Bändern oder Linien häufig die Wahl, ob man auf das Intensitätsmaximum (bei den Negativen die hellste Stelle der Linie) oder auf die geometrische Mitte einstellen soll, und in solchen Fällen sind überhaupt Intensitätsmaximum und geometrische Mitte keine festen Begriffe, sondern ihre Lage variirt bei einem und demselben Spectrum je nach der Stärke der Aufnahme, also mit der Expositionszeit und dem Luftzustande.

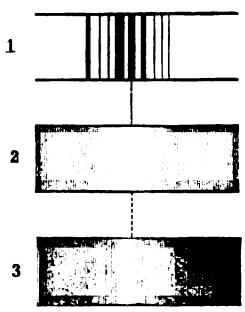
Es beruht dies darauf, dass in der Abstufung des Silberniederschlages sehr bald eine obere Grenze erreicht ist; die Schwellenwerthe dieser Grenze und der Intensität Null liegen sehr viel näher zusammen, als für das Auge bei den directen Lichteindrücken. Ein Beispiel wird dies am einfachsten erläutern.

Es möge das Liniensystem 1 in der umstehenden Figur, bei sehr starker Dispersion gezeichnet, zu Grunde liegen. Dasselbe wird bei der Dispersion des Spectrographen und einer gewissen mittleren Expositionszeit im Negativ erscheinen wie in 2. Stellt man auf die geometrische Mitte des

*) Leipzig, W. Engelmann, 1890.

Digitized by Google

ganzen Bandes ein, so wird dies mit der Mitte der drei kräftigsten Linien zusammenfallen, und an derselben Stelle befindet sich auch das Intensitätsmaximum. Obgleich die drei Linien von sehr verschiedener Intensität sind, ist auf dieser Aufnahme kein solcher Unterschied mehr zu erkennen, da die schwächste der Linien schon so dunkel ist, dass sie keine Lichtwirkung ausgeübt hat. Bei einer beträchtlich längeren Expositionszeit wird dagegen die Liniengruppe den Anblick wie in 3 bieten. Die Einstellung auf das Intensitätsmaximum giebt den Ort der stärksten Linie, diejenige auf die geometrische Mitte dagegen würde das Mittel der drei Linien betreffen.



Geschieht die Ausmessung der verschiedenen Aufnahmen desselben Sternspectrums völlig unabhängig von einander, und sind die Aufnahmen, wie dies durchschnittlich stets der Fall, in Bezug auf ihre Kraft verschieden, so müssen natürlich derartige Auffassungsdifferenzen vorkommen, deren Erkennung und Unschädlichmachung in der vorliegenden Arbeit sehr viel Mühe bereitet hat.

Sind die Liniengruppen sehr ausgedehnt, so resultiren so breite Bänder, dass eine Einstellung auf die Mitte schon recht unsicher wird, und ich habe es alsdann vorgezogen, auf die Ränder des Bandes einzustellen. Da nun die Breite der Bänder naturgemäss ebenfalls mit der Kraft der Aufnahme variirt, so ist es sehr häufig vorgekommen, dass auf der einen Aufnahme die Mitte eines Bandes eingestellt ist, während auf der anderen die Ränder pointirt sind. Die Identificirung solcher Objecte bereitet indessen bei der Zusammenstellung der Resultate der beiden Aufnahmen keine besonderen Schwierigkeiten.

Bei der spectrographischen Methode fällt bekanntlich die Cylinderlinse fort, das Licht eines Sternes kann möglichst scharf auf einen Punkt des Spaltes concentrirt werden, und damit ist der Hauptvorzug dieser Methode vor der directen Beobachtung, die vollständige Ausnutzung der Lichtstärke des Fernrohrobjectivs, erreicht. Dem entsprechend sind die resultirenden Spectra ausserordentlich schmal, fast fadenförmig, sie bestehen bei grossem Linienreichthum aus einer Aneinanderreihung von Punkten. Es zieht dies für die Messungen keine schädlichen Folgen nach sich; ich möchte im Gegentheil behaupten, dass die allerschmalsten Spectra im allgemeinen sich genauer ausmessen lassen, als die breiteren. Während bei den schwächeren Sternen ein sehr scharfes Halten auf einem Punkte des Spaltes nothwendig war, um überhaupt ein genügend kräftiges Spectrum zu erhalten, wurde den helleren Sternen häufig ein kleiner Spielraum auf dem Spalte gestattet, um etwas breitere Spectra zu erzeugen. Solche Verbreiterungen sind stets dadurch herbeigeführt worden, dass mit Hülfe einer Verstellung des Uhrwerkes der Stern ziemlich schnell auf dem Spalte bewegt wurde, so dass während der Expositionszeit ein mindestens 5- bis 6maliges Hin- und Herbewegen des Sterns stattfand. Es ist dies durchaus nothwendig, um etwaige Veränderungen, welche während der Exposition in der Justirung des Apparates eintreten, gleichmässig auf die ganze Breite des Spectrums zu vertheilen, und um eine gleichmässige Stärke desselben zu erzielen. Diese letztere Bedingung ist nur schwer zu erfüllen, viele Spectra sind ungleichmässig, sie zeigen hellere und dunklere Längsstreifen, und in diesem Falle tritt dann die oben besprochene Differenz in der Lage der Intensitätsmaxima bei breiten Liniengruppen ein. Man muss alsdann die Messungen an einem dieser Längsstreifen ausführen, also doch wieder bei gleichsam fadenförmigem Spectrum. Ein Vortheil der breiteren Spectra gegenüber den schmalen besteht jedoch darin, dass mit grösserer Sicherheit zu entscheiden ist zwischen sehr schwachen Linien und zufälligen Discontinuitäten des Silberniederschlages.

Da das Halten des Sterns auf der Taxirung der Mitte des erleuchteten Spaltes beruht, so kann es vorkommen, dass bei langen Expositionszeiten sich die Auffassung dieser Mitte etwas ändert, dass also der Stern eine zwar sehr kleine, aber doch noch merkliche Bewegung in einer Richtung

Digitized by Google

auf dem Spalte ausführt. Sind dann während dieser Zeit merkliche Temperaturänderungen eingetreten, so zeigt die eine Begrenzung des schmalen Spectrums eine geringe Verschiebung und gleichzeitig eine geringe Dispersionsänderung gegen die andere. Die sehr kurzen Spectrallinien stehen dann nicht nur etwas schräg, sondern der Betrag dieser Schrägstellung ändert sich auch continuirlich von einem Ende des Spectrums bis zum anderen. Gerade dieser letztere Umstand erschwert die Messung so ausserordentlich, dass ich aus diesem Grunde ein sonst sehr schönes und scharfes Spectrum habe verwerfen müssen.

Die Ausmessung der Spectra geschah durchweg mit dem bereits im I. Theile des VII. Bandes ausführlich beschriebenen Messapparate, dessen Schraube von Wanschaff gefertigt ist. Dass die periodischen Fehler dieser Schraube verschwindend klein sind, ist a. a. O. bereits erwähnt; aber auch die fortschreitenden Fehler, die hier in einigen Fällen bei den über die ganze Länge der Schraube ausgedehnten Messungen wesentlicher in Betracht kommen, haben sich als innerhalb der zu fordernden Genauigkeitsgrenze liegend ergeben. Die Schraube hat eine Länge von nahe 4 Centimetern; da die Ausdehnung der Spectra aber bis zu 7 Centimetern beträgt, habe ich meistens die Spectra in zwei getrennten Theilen, von der in der Mitte gelegenen $H\gamma$-Linie ausgehend, ausgemessen.

Trotz der im Vorgehenden erwähnten Unvollkommenheiten, welche einzelnen Spectren oder einzelnen Linien derselben anhaften, war die Genauigkeit, mit welcher auf die Linien pointirt werden konnte, im allgemeinen eine so grosse, dass, um dieselbe vollständig auszunutzen, auch an die Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Messungs- und Reductionsmethoden Anforderungen gestellt werden mussten, wie sie bisher bei der Bearbeitung von Sternspectralbeobachtungen auch nicht annähernd in Frage getreten waren. Wie schon angedeutet, ist es mir keineswegs gleich anfangs gelungen, das erstrebte Ziel auch wirklich zu erreichen, vielmehr bin ich erst ganz allmählich durch fortschreitende Verbesserungen auf die Methoden gelangt, welche der definitiven Verwerthung der Spectra zu Grunde gelegt worden sind, und daher sind die allerdings meist unwesentlichen Abweichungen zu erklären, welche die im Folgenden gegebenen Zahlen gegenüber den entsprechenden, bei einigen Sternen früher publicirten, aufweisen.

Es ergab sich sehr bald, dass zwischen der Behandlung der linienreichen sonnenähnlichen Spectra und derjenigen der linienarmen des ersten Typus ein durchgreifender Unterschied gemacht werden musste, und dass es überhaupt, wie schon erwähnt, unmöglich war, bei den letzteren denselben Genauigkeitsgrad zu erreichen, wie bei den ersteren. Bei den linienreichen konnte ein so enger Anschluss an das Sonnenspectrum erlangt werden, dass die Verschiedenheiten der einzelnen Aufnahmen in Bezug auf den Massstab der Spectra und ihre Dispersion einfach eliminirt wurden, bei den anderen mussten diese Unterschiede erst ermittelt und nachher in Rechnung gezogen werden.

Die Spectra einiger Sterne, z. B. dasjenige von α Aurigae, zeigen mit dem Sonnenspectrum eine derartige Uebereinstimmung bis in die kleinsten erkennbaren Einzelheiten, dass eine sorgfältige Vergleichung beider unter dem Mikroskope zu dem Schlusse führt, dass dieselben absolut identisch sind, auch in Bezug auf die relative Stärke der Linien, und weiter mit nahe an Gewissheit grenzender Wahrscheinlichkeit in Bezug auf die engstehenden feinen, nicht mehr einzeln zu erkennenden Linien. Mit diesem Resultate ist eigentlich die vollständigste Charakterisirung des Spectrums von α Aurigae gegeben, besser als sie die wirkliche Ausmessung, die sich ja nur auf direct Erkennbares bezieht, geben kann; ich habe auch längere Zeit geschwankt, ob es nicht vorzuziehen sei, die sehr zeitraubende Ausmessung bei den Sternen des zweiten Typus zu sparen und nur eine auf Vergleichung beruhende Charakteristik der Spectra zu geben, wobei Uebergänge nach den anderen Typen hin ebenfalls durch allgemeine Bemerkungen hätten markirt werden können. Es zeigte sich jedoch bald, dass die beträchtlich gespanntere Aufmerksamkeit, mit welcher beim Messen jede Einzelheit des Spectrums betrachtet und mit dem Sonnenspectrum verglichen werden muss, zur Erkennung

Digitized by Google

einer Menge kleinerer und isolirt vorkommender Abweichungen führt, die bei einfacher Vergleichung leicht übersehen werden. Der Hauptzweck der vorliegenden Untersuchung sollte aber der sein, eine möglichst getreue und exacte Darstellung der Sternspectra zur gegenwärtigen Zeit zu geben, damit bei einer nach einem längeren Zeitraume vorzunehmenden Wiederholung der Arbeit eine sichere Entscheidung über etwaige Aenderungen in den Spectren getroffen werden kann. Nach dem jetzigen Stande unserer Kenntniss ist anzunehmen, dass solche Aenderungen in Sternspectren, wenn sie überhaupt in absehbaren Zeiträumen auftreten, nur sehr gering sein können, dass also die Aufzeichnung auch der kleinsten Abweichungen vom Sonnenspectrum wesentlich ist. Sollte z. B. späterhin eine mit den gleichen Hülfsmitteln ausgeführte Untersuchung des Spectrums von α Aurigae an irgend einer Stelle eine kleine Abweichung vom Sonnenspectrum ergeben, sollte z. B. der Intensitätsunterschied zwei benachbarter Linien der umgekehrte sein, so würde eine allgemeine Bemerkung in meiner Untersuchung über die absolute Uebereinstimmung der beiden Spectra nicht zur Constatirung einer inzwischen eingetretenen Aenderung genügen, es würde viel wahrscheinlicher sein, ein Uebersehen dieses Unterschiedes meinerseits anzunehmen. Ganz anders liegt die Sache, wenn in der grundlegenden Untersuchung die beiden Linien mit ihrem, mit der Sonne übereinstimmenden Intensitätsunterschied catalogisirt sind; es ist dann, besonders wenn die Resultate beider Aufnahmen dieselben sind, kaum ein Zweifel an einer wirklichen Aenderung des Spectrums möglich.

Diese Erwägungen sind für mich massgebend gewesen, nicht nur die sämmtlichen Sternspectra des zweiten Typus vollständig auszumessen, sondern auch das mit dem Spectrographen aufgenommene Sonnenspectrum in gleicher Weise zu behandeln, um für die Zukunft eine sichere Controlle für die Leistungsfähigkeit des Spectrographen zu geben, da ja etwaige kleine Aenderungen im Sonnenspectrum anderweitig constatirt werden würden.

Ich gehe nun zur Darlegung der

für die linienreichen Spectra adoptirten Mess- und Reductionsmethode

über.

Als Normalspectrum, auf welches alle Messungen an den Sternspectren bezogen worden sind, wurde eine Aufnahme des Sonnenspectrums vermittelst des Spectrographen benutzt, welche bei einer derartigen mittleren Stellung des Cameraobjectivs erhalten war, dass das Maximum der Schärfe nicht genau in der Mitte lag, sondern auf etwa $^1/_3$ der beiderseitigen Entfernung der Enden von der Mitte. Bei dieser Objectivstellung ist der grösste Theil des Spectrums durchaus befriedigend scharf, und nur ganz in der Nähe der Enden des Spectrums erscheinen die Linien matt und verwaschen. Diese Platte wurde nun der Länge nach zerschnitten, so dass der neue Plattenrand genau mit dem Rande des 2^{mm} breiten Spectrums zusammenfiel; bei allen Messungen wurde sie so auf die Sternspectra gelegt, dass beide Spectra nur durch einen kleinen Zwischenraum von einander getrennt waren und die Linien des einen als Verlängerungen der des anderen erschienen. Infolge der Verschiedenheit der Dispersionen im Stern- und Sonnenspectrum war, wenn auch in der Mitte die Linien genau zusammenfielen, dies nach den Enden zu keineswegs mehr der Fall, es fand vielmehr eine nonienartige Verschiebung statt; bei der grossen Aehnlichkeit der Spectra bereitete dies indessen keine Schwierigkeit in der Identificirung.

Die Wahl der als Anhalt zu benutzenden Linien, der Normallinien in diesem Sonnenspectrum, hatte nach verschiedenen Gesichtspunkten zu erfolgen. Um durch die Reduction der Messungen nichts von deren Genauigkeit zu verlieren, musste der mehr mechanische Theil der Reduction, d. h. die Interpolation der Linien zwischen die Normallinien, innerhalb einer Fehlergrenze von 0.002 bis 0.003 $\mu\mu$ gehalten werden, und eine vorläufige Untersuchung ergab, dass dem entsprechend zur Elimination der Dispersionsunterschiede das Intervall der Normallinien zu etwa 0.8 $\mu\mu$ genommen werden

Digitized by Google

musste, in der Mitte des Spectrums etwas enger, an den Seiten etwas weiter, entsprechend der geringeren Schärfe der Linien. Hiernach habe ich die Zahl der Normallinien zwischen W.L. 400 $\mu\mu$ und 486 $\mu\mu$ auf 100 festgesetzt. Weiter war für deren Wahl in zweiter Reihe massgebend eine genügende Stärke, damit sie auch in schwächeren Sternspectren mit Sicherheit erkennbar waren, und in dritter Reihe die möglichste Schärfe. Die letzte Bedingung konnte mit Rücksicht auf die beiden ersten nicht immer erfüllt werden, und es sind mehrfach enge Doppellinien, selbst kleinere Gruppen enge stehender Linien zu Normallinien verwendet worden.

Bei der hier in Frage tretenden Genauigkeit konnte die Wahl des Systems der Wellenlängen, nach denen die Normallinien festzusetzen waren, nicht gleichgültig sein, und nach längerer und sorgfältiger Ueberlegung habe ich mich entschieden, auch hier wie in meiner »Spectralanalyse der Gestirne« das Potsdamer System den Wellenlängen zu Grunde zu legen. Die Gründe hierfür sind im wesentlichen dieselben, wie die damals a. a. O. pag. 169 bis 171 aus einander gesetzten; ich möchte dieselben aber hier wegen der Wichtigkeit des Gegenstandes noch einmal anführen.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die photographische Darstellung des Sonnenspectrums von Rowland bisher die vollkommenste ist, und ebenso, dass die relative Genauigkeit der von Rowland publicirten Wellenlängen von Linien des Sonnenspectrums diejenige der Potsdamer Messungen übertrifft. Man wird also in allen Fällen zwar den Rowland'schen Atlas benutzen, die Rowland'schen Wellenlängen aber nur dann, wenn es darauf ankommt, die Position einzelner Linien möglichst genau zu haben. Ganz anders liegt die Sache, wenn es wesentlich ist, ein vollständiges Verzeichniss aller Linien benutzen zu können. Die einfache Entnahme aus dem Atlas ist nicht genau genug, und so lange nicht Rowland sich der Arbeit unterzieht, einen vollständigen Catalog aller Linien durch Ausmessung der Originalphotographien herzustellen, wird man in allen ähnlichen Fällen auf das Potsdamer Verzeichniss, dessen Genauigkeit ebenfalls eine sehr hohe ist, zurückgreifen müssen. Auch ein anderer wichtiger Punkt ist für die Wahl des Potsdamer Systems für mich massgebend gewesen. Die Festlegung der Potsdamer absoluten Wellenlängen ist von Müller und Kempf sehr ausführlich in Band V der Potsdamer Publicationen publicirt worden, so dass Jeder im Stande ist, sich ein Urtheil über die Zuverlässigkeit der Messungen und Berechnungen zu bilden, und eine solche Controlle ist gerade, wenn es sich um die Einführung eines Systems handelt, sehr erwünscht. Bei dem Rowland'schen System ist dies nicht möglich, ja man kann kaum in Strenge von einem Rowland'schen System sprechen, nachdem die demselben zu Grunde gelegte Wellenlänge der D_1-Linie in letzter Zeit mehrfache Aenderungen erfahren hat, und, wie es scheint, noch fortwährend erfährt.

Die sämmtlichen in Folgendem gegebenen Wellenlängen beziehen sich also auf das Potsdamer System; es ist bekannt, dass die Benutzung des Rowland'schen Atlasses auch bei Zugrundelegung der Potsdamer Wellenlängen keine Schwierigkeiten bereitet.

Die gewählten Normallinien habe ich auf der Aufnahme des Sonnenspectrums durch feine Striche und Nummern kenntlich gemacht, dieselben alsdann sorgfältig ausgemessen und so die Distanzen der einzelnen Normallinien von der $H\gamma$-Linie in Millimetern erhalten. Diese Distanzen wurden auf Coordinatenpapier als Ordinaten, die Wellenlängen als Abscissen eingetragen und die so gefundenen Punkte durch eine möglichst ungezwungene Curve ausgeglichen. Um aus der Curve die Tausendstel der $\mu\mu$ noch einigermassen sicher ablesen zu können, musste die Curve in sehr grossem Massstab ausgeführt werden; ich habe den 100fachen Massstab der Originalaufnahmen zu Grunde gelegt, so dass die einzelnen Theile derselben zusammengesetzt die Länge von 7 Metern erreichten. Bei der Ausgleichung zeigte es sich, dass mehrere der Normalpunkte so sehr von dem wahrscheinlichen Zuge der Curve abwichen, dass die Differenzen nicht durch Messungsfehler erklärt

Digitized by Google

werden konnten; es trat dies nur an solchen Stellen auf, wo im Sonnenspectrum in der Gegend der Normallinie zwei oder mehrere Linien zusammenstanden, wo ich also bei der schwächeren Dispersion des Spectrographen zu einer anderen Auffassung neigte, als ich vorher nach dem Anblicke im Rowland'schen Atlas angenommen hatte. In solchen Fällen habe ich die ursprünglichen Annahmen verworfen und die sich aus der Curve als wahrscheinlichste ergebende Combination der Linien angenommen.

Die folgende Tabelle enthält das Verzeichniss der Normallinien. Die einzelnen Columnen bedeuten: 1) laufende Nummer, 2) Distanz von der $H\gamma$-Linie in Millimetern, 3) angenommene Wellenlänge, nebst Angabe der Linien des Sonnenspectrums, aus welchen sich eventuell die Normallinie zusammensetzt, und Bezeichnung der Elemente, welchen die Linie angehören kann. In Betreff der Normallinie 43 ist zu bemerken, dass ich hier wegen Mangels einer deutlichen Linie eine Lücke zwischen zwei Linien als Anhalt genommen hatte; später hat sich indessen gezeigt, dass die Identificirung der Lücke in vielen Spectren Schwierigkeiten bereitete, und ich habe deshalb Nr. 43 überhaupt nicht verwendet.

Tabelle I.

Verzeichniss der Normallinien.

Nr.	Δ mm	W. L. $\mu\mu$	Von $H\gamma$ nach Violett.
1	34.052	400.548	[.530 (7) Fe, .565 (9)]
2	30.668	403.061	[.004 (6), .117 (9) Fe]
3	28.748	404.601	[.583 (7), .618 (10) Fe]
4	27.308	405.777	(7) Fe
5	26.572	406.388	(9) Fe
6	25.592	407.191	(9) Fe
7	25.022	407.693	(7) Fe
8	24.224	408.390	(8) Mn
9	23.173	409.273	[.260 (7) Mn, Ni, .286 (7) Ca]
10	22.125	410.200	(9) H
11	21.607	410.663	(6) Fe
12	20.881	411.324	(6) Fe
13	20.250	411.897	[.883 (7) Fe, .910 (7) Ni]
14	19.704	412.404	(5) Fe
15	19.264	412.816	[.795 (6) Fe, .836 (6)]
16	18.539	413.479	[.466 (8), .492 (8) Fe]
17	17.573	414.414	(9) Fe
18	16.716	415.236	(8) Fe
19	15.994	415.924	[.904 (7) Fe, .943 (7)]
20	15.351	416.571	(6) Fe
21	14.802	417.121	(8) Fe
22	14.135	417.807	(7) Fe
23	13.726	418.200	(8) Fe
24	13.133	418.808	(9) Fe
25	12.779	419.165	(7) Fe
26	12.128	419.846	(9) Fe
27	11.772	420.227	(9) Fe
28	11.224	420.690	(7) Fe
29	10.993	421.059	(8) Fe
30	10.513	421.574	(9) Sr
31	9.890	422.245	(7) Fe
32	9.480	422.700	(10) Ca
33	9.211	422.991	[.972 (5) Fe, .009 (6)]
34	8.647	423.621	(9) Fe
35	8.074	424.265	(5) Ba
36	7.824	424.559	(7) Fe
37	7.332	425.113	(9) Fe
38	7.033	425.468	(9) Cr, Ni
39	6.505	426.089	(9) Fe
40	5.865	426.851	(4)
41	5.546	427.217	(9) Fe
42	5.275	427.521	(7)
43	4.716		
44	4.036	429.024	(6) Mn
45	3.671	429.464	(6) Fe
46	3.272	429.951	(6)
47	2.979	430.295	[.275 (5) Fe, .314 (6)]
48	2.550	430.840	(8) Fe
49	2.159	431.338	(6)
50	1.696	431.913	(7) Sr
51	1.134	432.622	(10) Fe
52	0.775	433.068	(4)
53	0.264	433.735	(6) Fe
54	0.000	434.071	(9) $H\gamma$

Digitized by Google

Nr.	Δ mm	W. L. μμ	Von *Hγ* nach Roth.
55	0.306	434.469	[.458 (5) .479 (5) Fe]
56	0.861	435.223	(7) Mg
57	1.444	436.001	(7) Cr, Mn, Ni, Zr
58	2.042	436.805	(7) Fe
59	2.303	437.160	[.145 (6) Cr, .175 (6)]
60	2.642	437.638	(6) Fe
61	3.206	438.396	(8) Fe
62	3.558	438.880	(6) Fe
63	4.032	439.546	[.533 (7) Fe, .558 (5) Cr]
64	4.355	440.000	(6) Cr, Ni
65	4.719	440.499	(8) Fe
66	4.974	440.864	(6) Fe
67	5.446	441.535	[.510 (8) Fe, .559 (6)]
68	5.971	442.301	[.269 (6) Fe, .332 (5) Fe]
69	6.153	442.563	(7) Ca
70	6.485	443.060	[.030 (6) Fe, .089 (6) Fe]
71	6.800	443.533	(8) Ca
72	7.294	444.270	(6) Fe
73	7.621	444.751	[.721 (5) Fe, .751 (5) Mn, .812 (6) Fe]
74	7.834	445.081	(6) Fe
75	8.111	445.496	[.476 (5) Fe, .516 (6) Ca]
76	8.567	446.198	(5) Fe
77	8.882	446.684	(6) Fe
78	9.280	447.305	(6) Mn, Cr
79	9.487	447.627	(6) Fe
80	9.893	448.268	[.237 (7) Fe, .299 (5) Fe]
81	10.655	449.477	(6) Fe
82	11.076	450.150	(6) Ti
83	11.513	450.853	(5) Fe
84	11.937	451.563	(5) Fe
85	12.386	452.296	(6) Fe
86	12.739	452.894	(7) Fe
87	13.169	453.609	[.590 (6) Cr, .627 (6)]
88	13.978	454.990	(6) Fe
89	14.350	455.633	(5) Fe
90	14.897	456.587	(6) Fe
91	15.242	457.200	(3) Fe
92	15.797	458.182	(8) Fe
93	16.411	459.237	[.178 (6) Ba, .240 (4) Cr, .295 (7) Fe]
94	18.846	463.783	(6) Fe
95	19.720	465.482	(7) Fe
96	20.394	466.789	[.758 (6), .820 (5) Fe]
97	22.170	470.331	(7) Mg
98	22.725	471.548	[.480 (6) Fe, .615 (5) Cr]
99	23.779	476.273	(6) Mn, Ni
100	29.284	486.160	(10) H

Die in der Tabelle gegebenen Distanzen in Millimetern gelten natürlich nur für die Temperatur, bei welcher die Ausmessung vorgenommen wurde. Eine Angabe hierüber oder eine etwaige Reduction auf andere Temperaturen ist bei der ersten Messmethode nicht erforderlich, da die in Folge der Verschiedenheit der Temperaturen bei den Messungen eintretende Veränderung der Distanzen sich mit den wirklichen Dispersionsverschiedenheiten vermischt und mit diesen eliminirt wird.

Die Verwandlung der Schraubenwerthe in Wellenlängen habe ich anfangs direct graphisch vermittelst der Curve ausgeführt, später aber nach einer aus der Curve abgeleiteten Tabelle, aus welcher ein Auszug hier folgt. Als Argument dient die Angabe der beiden Normallinien, für deren Zwischenraum der angegebene Werth der μμ einer Distanz von 0.100 Millimeter entspricht. Da die äussersten Linien nicht in Betracht kommen, so reicht die Tabelle nur von der Normallinie 14 bis 98.

Tabelle II.

Umrechnung der Distanzen von 0.100 Millim. in Wellenlängen.

N. L.	μμ	N. L.	μμ	N. L.	μμ	N. L.	μμ	N. L.	μμ	N. L.	μμ
14—15	0.097	20—21	0.100	26—27	0.105	32—33	0.110	38—39	0.116	44—45	0.121
15—16	0.098	21—22	0.101	27—28	0.106	33—34	0.111	39—40	0.117	45—46	0.122
16—17	0.098	22—23	0.102	28—29	0.107	34—35	0.112	40—41	0.117	46—47	0.123
17—18	0.098	23—24	0.103	29—30	0.108	35—36	0.113	41—42	0.118	47—48	0.124
18—19	0.099	24—25	0.104	30—31	0.109	36—37	0.114	42—43	0.119	48—49	0.125
19—20	0.099	25—26	0.105	31—32	0.109	37—38	0.115	43—44	0.120	49—50	0.126

Digitized by Google

N. L.	$\mu\mu$	N. L.	$\mu\mu$	N. L.	$\mu\mu$	N. L.	$\mu\mu$	N. L.	$\mu\mu$	N. L.	$\mu\mu$
50—51	0.126	58—59	0.136	66—67	0.143	74—75	0.152	82—83	0.164	90—91	0.175
51—52	0.126	59—60	0.136	67—68	0.144	75—76	0.153	83—84	0.165	91—92	0.176
52—53	0.127	60—61	0.137	68—69	0.145	76—77	0.155	84—85	0.167	92—93	0.177
53—54	0.127	61—62	0.138	69—70	0.146	77—78	0.157	85—86	0.168	93—94	0.185
54—55	0.132	62—63	0.139	70—71	0.147	78—79	0.158	86—87	0.169	94—95	0.190
55—56	0.133	63—64	0.140	71—72	0.148	79—80	0.160	87—88	0.170	95—96	0.195
56—57	0.134	64—65	0.141	72—73	0.149	80—81	0.161	88—89	0.172	96—97	0.200
57—58	0.135	65—66	0.142	73—74	0.150	81—82	0.162	89—90	0.173	97—98	0.210

Der nicht ganz regelmässige Gang der Differenzen der $\mu\mu$ erklärt sich dadurch, dass die Argumente nicht in gleichförmigen Intervallen laufen. Der etwas grössere Sprung bei der Normallinie 54 — $H\gamma$-Linie — findet seine Erklärung in dem Umstande, dass von dieser Linie aus die beiden Theile des Spectrums nach den Seiten hin völlig unabhängig von einander gemessen worden sind, also bei verschiedener Temperatur und verschiedener Justirung unter dem Mikroskope. Da auch die Ausmessung der Sternspectra von derselben Linie aus nach beiden Seiten hin unabhängig erfolgt ist, so ist dieser Unterschied der beiden Hälften aus demselben Grunde belanglos wie der Einfluss von Temperaturverschiedenheiten bei den Messungen.

Mit Hülfe der Tabellen I und II kann nun die Wellenlänge jeder beliebigen Linie des Normalspectrums der Sonne, deren Abstand von einer Normallinie gemessen ist, ohne Weiteres ermittelt werden, und um nun dasselbe bei den Sternspectren ausführen zu können, wurde folgendermassen verfahren.

Sternspectrum und Sonnenspectrum wurden in der bereits beschriebenen Weise unter dem Mikroskope über einander gelegt, und von der $H\gamma$-Linie ausgehend, wurden sämmtliche Linien des ersteren gemessen — je zwei Einstellungen — ohne Unterschied, ob eine Normallinie oder eine andere Linie vorlag. Nur wurde bei den Normallinien stets der Messung die Nummer der Normallinie nach dem Sonnenspectrum beigeschrieben. Irgend eine Messung erfolgte im Sonnenspectrum selbst nicht, das letztere diente nur zur Orientirung und zur Erkennung der Normallinien. Wie oben ausführlich aus einander gesetzt, ist die Auffassung einer Normallinie im Sternspectrum häufig eine andere als im Sonnenspectrum, und es war deshalb nöthig, die Auffassung im Sternspectrum neu zu deuten, d. h. für jede Aufnahme mussten zunächst die Normallinien wieder ausgeglichen werden, ähnlich wie beim Normalsonnenspectrum. Da hiervon aber nur immer wenige Linien betroffen werden, habe ich das graphische Verfahren nicht angewendet, vielmehr wurden, von einer sicheren Linie ($H\gamma$-Linie) ausgehend, mit Hülfe der Tabelle II die Wellenlängen der Normallinie successive ausgerechnet, und in Fällen stärkerer Abweichung wurde aus dem Potsdamer Catalog der Sonnenlinien die am besten stimmende Combination herausgesucht. Eine Controlle für die Richtigkeit der neuen Deutung giebt die Berechnung der Wellenlänge aus der folgenden Normallinie, wobei natürlich der Fall eintreten kann und auch mehrfach eingetreten ist, dass zwei oder mehrere hinter einander gelegene Normallinien nicht mit der Auffassung im Sonnenspectrum übereinstimmen. In solchen Fällen hat die richtige Deutung häufig viele Schwierigkeiten bereitet, besonders auch aus dem Grunde, weil nicht immer mit Sicherheit zu erkennen war, ob die Ursache der Abweichung von der Auffassung der Linie oder von einem zufälligen grösseren Messungsfehler herrührte. Ich bin schliesslich hierin ganz schematisch vorgegangen, alle Abweichungen, die 0.020 $\mu\mu$ übersteigen, als durch Auffassung entstanden zu betrachten, da directe Messungsfehler von 0.010 $\mu\mu$ für eine gut sichtbare Linie im allgemeinen nicht mehr zu erwarten sind; nur in einzelnen wenigen

Digitized by Google

Fällen, wo keine plausible Deutung gefunden werden konnte, musste ich grössere Abweichungen noch zulassen.

Diese Methode, nach welcher also für verschiedene Aufnahmen desselben Spectrums eine verschiedene Auffassung der Linien in Rücksicht gezogen wird, könnte den Anschein des Willkürlichen hervorbringen; ich habe aber bereits auseinandergesetzt, worin das Thatsächliche der verschiedenen Auffassung begründet ist, und ich möchte im Gegentheil behaupten, dass diese Methode die einzige ist, bei welcher die Genauigkeit der Messungen selbst voll ausgenutzt wird. In allen zweifelhaften Fällen habe ich mich übrigens nicht mit den Normallinien allein begnügt, sondern mit Hülfe von anderen hervorragenden Linien die benachbarten Normallinien controllirt.

Nach der Ausgleichung der Normallinien wurden nun mit Zugrundelegung der Tabelle II alle übrigen Linien interpolirt, und zwar stets von den beiden einschliessenden Normallinien ausgehend. Als definitive Wellenlängen wurde das Mittel der beiden Interpolationen genommen. Aus dem Vorigen ist ersichtlich, dass im allgemeinen zwischen den beiden interpolirten Werthen grössere Differenzen als 0.020 nicht vorkommen können; die doppelte Interpolation gewährte den Vortheil der gegenseitigen Controlle, da für die zwischen zwei benachbarten Normallinien liegenden Linien die Differenz der interpolirten Werthe constant sein muss und der der Messung einer Normallinie noch anhaftende Fehler nur mit der Hälfte seines Betrages auf die übrigen Linien eingeht; gerade bei sehr starken Differenzen, wo anzunehmen ist, dass die Messungsfehler der Normallinie nach entgegengesetzten Seiten liegen, werden sie zum grössten Theile aufgehoben.

Eine grosse Sorgfalt erforderte das Vereinigen der beiden Messungsreihen eines Spectrums. Sehr häufig ist bei breiten Linien in der einen Reihe die Mitte der Linie eingestellt worden, während in der anderen die Ränder beobachtet sind, ich habe alsdann die drei Angaben getrennt bestehen lassen. Am schwierigsten sind diejenigen Fälle, wo bei dicht zusammenstehenden, nahe gleichstarken Linien in den beiden Aufnahmen verschiedene Objecte gemessen worden sind. Man ist hierbei sehr häufig im Zweifel, ob man es wirklich mit verschiedenen Linien zu thun hat, oder ob nur zufällig die Messungen etwas stark abweichen. Ich glaube nicht, dass es mir in allen solchen Fällen gelungen ist, die richtige Entscheidung zu treffen.

Ich habe schliesslich noch etwas näher auf die den Messungen beigeschriebenen Notizen über das Aussehen der Linien einzugehen. Die Intensität der Linien, d. h. die Stärke des Silberniederschlages, habe ich mit den Zahlen von 1 bis 6 bezeichnet. Eine Linie, die sich nur mit Mühe erkennen liess, und deren Realität häufig zweifelhaft war, wurde mit 1 bezeichnet, 6 dagegen habe ich für die stärksten Linien genommen, bei denen — im Negativ — kein Silberniederschlag mehr zu erkennen war. Diese Angaben wurden möglichst unabhängig von der Breite und Verwaschenheit der Linien gemacht und Bemerkungen hierüber durch die Worte: breit, verwaschen, sehr breit, nach Violett — oder nach Roth — verwaschen, Mitte eines Bandes, Ende eines Bandes u. s. w. gegeben. Da die Schätzung der Intensität hauptsächlich von dem Contrast zwischen Linie und continuirlichem Spectrum abhängt, dessen Intensität nach den Enden zu abnimmt, so ist es schwierig, eine gleichförmige Scala durch das ganze Spectrum hindurch zu erzielen; ich habe mich deshalb bemüht, nach den Enden zu die Intensitäten um 1 bis 2 Stufen stärker zu notiren, als die Taxirung ergab, und ich glaube, auf diese Weise der Gleichförmigkeit der Scala ziemlich nahe gekommen zu sein. Dieselbe Schwierigkeit der Intensitätsschätzungen ist auch in stärkeren Gruppen vorhanden, z. B. in der G-Gruppe, wo die Intensität des continuirlichen Spectrums sehr gering ist; auch hier muss man nach der Taxirung noch dieselbe Ueberlegung folgen lassen, wie an den Enden des Spectrums. Es würde indessen verfehlt sein, auf diesen Punkt bei später etwa in Frage tretenden Unterschieden Gewicht zu legen; Intensitätsvergleichungen können nur als relative innerhalb kurzer Strecken des Spectrums Werth

Digitized by Google

besitzen, und ich glaube, ihnen mit dieser Einschränkung eine nicht unbeträchtliche Sicherheit zuschreiben zu können. Aehnlich, wenn auch in geringerem Masse, verhält es sich mit den Angaben über Breite und Verwaschenheit der Linien. An den Enden sind die Spectra bereits so unscharf, dass alle Linien breiter und verwaschener erscheinen als im mittleren Theile; auch hier muss man also der Taxirung noch eine Ueberlegung folgen lassen und darf natürlich nicht alle verwaschen erscheinenden Linien als verwaschen notiren.

Um den Umfang dieser Publication nicht allzusehr auszudehnen, habe ich mich entschliessen müssen, von einer Veröffentlichung der Messungen und der Ableitung der Wellenlängen der linienreichen Spectra abzusehen. Die Veröffentlichung der Resultate beginnt also erst mit den für jede Aufnahme abzuleitenden definitiven Wellenlängen. Eine Controlle dieser Daten ist demnach für den Leser nicht möglich; ich möchte aber darauf hinweisen, dass alle Rechnungen, welche nicht — wie die Interpolation der Linien — in sich controllirt sind, theils doppelt ausgeführt, theils aufmerksam geprüft sind, wobei mich Herr Shin Hirayama gütigst unterstützt hat. Ich glaube daher, dass die Zahl etwaiger fehlerhafter Angaben in den Wellenlängen nur eine sehr geringe sein kann.

Da es schwierig ist, alle Einzelheiten eines etwas complicirten Verfahrens, welches sich nicht in strenge Formeln kleiden lässt, durch Worte mit genügender Klarheit aus einander zu setzen, so gebe ich hier ein ausführliches Beispiel der Ableitung der Wellenlängen bei linienreichen Spectren, welches zugleich erkennen lässt, welchen Umfang die Publication der sämmtlichen Zahlen erfordert haben würde. Ich wähle hierzu die Aufnahme Nr. 117, Spectrum von α Bootis, 1889 April 4, beschränke mich aber noch auf die nach dem Roth zu gelegene Hälfte des Spectrums.

Es folgen zunächst die Messungen selbst, je zwei Einstellungen, darunter das Mittel derselben, zunächst in Schraubenumdrehungen und dann in Millimetern, letztere durch Division mit 4 erhalten. Ueber den Zahlen stehen die Bemerkungen, die Intensitäten in ( ) und die Nummern der Normallinien.

Nr. 54. K. L.	(3) Ende d. Bandes	(3) Band	(3) Nr. 55	(2) Band	(2)	(1)	(5) Nr. 56
15.050	15.471	15.847	16.224	16.792	17.202	18.211	18.424
040	448	857	222	799	242	201	428
15.047	15.460	15.852	16.223	16.796	17.222	18.206	18.426
3.762	3.865	3.963	4.056	4.199	4.306	4.552	4.607

(4)	(1) breit	(2) breit	(3)	(3) Nr. 57	(1) breit	Band (2)		(2)
18.748	19.289	19.746	20.485	20.771	21.153	21.858	22.128	22.750
753	257	752	479	773	135	860	124	776
18.751	19.273	19.749	20.482	20.772	21.144	21.859	22.126	22.763
4.688	4.818	4.937	5.121	5.193	5.286	5.465	5.532	5.691

(4) breit, Nr. 58	(3)	(3) Nr. 59	(1) Band	(3) Nr. 60	(1)	(2) breit	(2) breit	(6) breit, Nr. 61
23.199	23.778	24.198	24.630	25.568	25.982	26.536	26.902	27.808
205	768	200	636	562	990	530	928	808
23.202	23.773	24.199	24.633	25.565	25.986	26.533	20.915	27.808
5.801	5.943	6.050	6.158	6.391	6.497	6.633	6.729	6.952

(4)	(1)	hier	(2) Nr. 62	(3)	(1) sehr breit	(4) Nr. 63	(1) breit	(1) Nr. 64 Band
28.183	28.748	Linien,	29.624	30.178	30.712	31.085	31.952	32.388
181	750	aber nicht	618	182	762	085	971	392
28.182	28.749	zu messen.	29.621	30.180	30.737	31.085	31.962	32.390
7.046	7.187		7.405	7.545	7.684	7.771	7.991	8.098

Digitized by Google

Band (2)	Band (3)	(2) breit	(6) Nr. 65	(1) breit	(1)	(3) Nr. 66	(1)	(1)?
32.636	32.900	33.372	33.811	34.332	34.618	34.837	35.062	35.391
628	910	378	805	322	592	842	082	401
32.632	32.905	33.375	33.808	34.327	34.605	34.840	35.072	35.396
8.158	8.226	8.344	8.452	8.582	8.651	8.710	8.768	8.849

(3)	(6) Nr. 67	(1)	(2)	(1) breit	(2) Nr. 68	(2) breit	(2) breit	(3) breit, Nr. 69
35.885	36.716	37.068	37.383	38.132	38.440	38.838	39.209	39.611
881	712	104	379	124	444	832	198	618
35.883	36.714	37.086	37.381	38.128	38.442	38.835	39.204	39.615
8.971	9.179	9.272	9.345	9.532	9.611	9.709	9.801	9.904

(3)	(3) breit, Nr. 70	(2) breit	(3) Nr. 71	(2) breit	(3)	(1) Band (2) Nr. 72		(2) breit
40.027	40.830	41.752	42.165	42.522	42.938	43.388	44.302	44.570
031	828	752	169	533	938	395	288	568
40.029	40.829	41.752	42.167	42.528	42.938	43.392	44.295	44.569
10.007	10.207	10.438	10.542	10.632	10.735	10.848	11.074	11.142

(1) Nr. 73	(1)	(2)	(1) breit	(2) breit, Nr. 74	(2)	(2) breit	(3) breit, Nr. 75	(3)
44.929	45.288	45.523	45.900	46.253	46.598	46.927	47.388	48.532
939	289	511	900	252	578	925	364	542
44.934	45.289	45.517	45.900	46.253	46.588	46.926	47.376	48.537
11.234	11.322	11.379	11.475	11.563	11.647	11.732	11.844	12.134

(1)	(4) sehr breit, Nr. 76	(1)	(3)	(3) Nr. 77	(1)	(2)	(1)	(3) Nr. 78
48.841	49.193	49.578	49.937	50.469	50.890	51.168	51.752	52.058
814	185	539	915	465	938	162	742	044
48.828	49.189	49.559	49.926	50.467	50.914	51.165	51.747	52.051
12.207	12.297	12.390	12.482	12.617	12.729	12.791	12.937	13.013

(2) breit	(2) breit, Nr. 79	(4)	(2)?	(4) breit, Nr. 80	(2) breit	(2) breit	(2)
52.508	52.873	53.832	54.181	54.499	54.911	55.332	55.918
548	890	830	170	485	893	332	920
52.528	52.882	53.831	54.176	54.492	54.902	55.332	55.919
13.132	13.221	13.458	13.544	13.623	13.726	13.833	13.980

(2)	(2)	(2) breit?	(4) Nr. 81	(3) breit	(2)?	(3) breit	(4) breit, Nr. 82
56.189	56.346	57.029	57.525	58.023	58.382	58.654	59.289
172	350	001	531	011	382	674	281
56.181	56.348	57.015	57.528	58.017	58.382	58.664	59.285
14.045	14.087	14.254	14.382	14.504	14.596	14.666	14.821

(2) breit?	(2) breit?	(2)	(3) Nr. 84	(5) sehr breit	(3)	(5) breit, Nr. 85	(3)
60.116	62.058	62.410	62.682	63.340	63.800	64.442	64.986
130	078	398	672	360	808	453	981
60.123	62.068	62.404	62.677	63.350	63.804	64.448	64.984
15.031	15.517	15.601	15.669	15.838	15.951	16.112	16.246

(2) Band (2)		(4) Nr. 86	(3)	(5) breit	(3)	(2)?	(6) Nr. 87	(2) breit
65.353	65.602	65.865	66.104	66.428	66.937	67.160	67.600	68.300
321	601	871	120	432	945	182	592	302
65.337	65.602	65.868	66.112	66.430	66.941	67.171	67.596	68.301
16.334	16.401	16.467	16.528	16.608	16.735	16.793	16.899	17.075

Digitized by Google

Band

(3) sehr breit	(2)	(2)	(2)	(2) verwaschen	(5) Nr. 88	(2)	(5)	(4)
68.767	69.191	69.534	69.864	70.240	70.828	71.152	71.492	71.863
768	179	542	848	226	838	152	490	883
68.768	69.185	69.538	69.856	70.233	70.833	71.152	71.491	71.873
17.192	17.296	17.385	17.464	17.558	17.708	17.788	17.873	17.968

(3) breit, Nr. 89	(2) breit	(3) breit	(2)	(3) Nr. 90	(4)	(2)	(3) breit	(5) sehr breit, Nr. 91
72.306	72.842	73.252	73.800	74.091	74.518	74.770	75.222	75.901
308	830	254	788	093	520	782	208	900
72.307	72.836	73.253	73.794	74.092	74.519	74.776	75.215	75.901
18.077	18.209	18.313	18.449	18.523	18.630	18.694	18.804	18.975

(3) breit	(2)	(2)	(4)	(3) Nr. 92	(2) breit	(4) breit	(2)	(3) Nr. 93
76.633	77.180	77.503	77.828	78.136	78.619	79.172	80.324	80.619
623	168	530	822	130	601	174	335	611
76.628	77.174	77.517	77.825	78.133	78.610	79.173	80.330	80.615
19.157	19.294	19.379	19.456	19.533	19.653	19.793	20.083	20.154

(3)	(2)?	(3) sehr breit	(3) sehr breit	(3)	(2)	(2)	(3)	(2) breit
80.931	81.269	81.741	82.351	82.902	83.365	83.590	83.911	84.282
931	263	748	333	908	359	590	913	294
80.931	81.266	81.745	82.342	82.905	83.362	83.590	83.912	84.288
20.233	20.317	20.436	20.586	20.726	20.841	20.898	20.978	21.072

(3)	(4) breit	(3) breit	(3) sehr breit	(3) breit	(2)	(3) breit	(3) breit	(4) breit
84.709	85.138	85.683	86.449	87.195	87.609	87.938	88.639	89.314
697	136	689	465	193	647	940	633	334
84.703	85.137	85.686	86.457	87.194	87.628	87.939	88.636	89.324
21.176	21.284	21.422	21.614	21.799	21.907	21.985	22.159	22.331

(2) breit	(4) Nr. 94	(4) breit	(3) breit	(5) breit	(4) Nr. 95	
89.899	90.347	90.782	91.568	92.164	93.853	
873	343	782	578	144	855	nichts weiter mehr zu messen.
89.886	90.345	90.782	91.573	92.154	93.854	
22.472	22.586	22.696	22.893	23.039	23.464	

Die folgende Zusammenstellung bezieht sich nur auf die Normallinien. Die 1. Columne giebt die Nummern der Normallinien; die 2. Columne enthält die oben gegebenen Messungen der Normallinien in Millimetern; die 3. enthält die Wellenlängen, wie sie in Tabelle I für die Normallinien angenommen sind; in Columne 4 sind die Wellenlängen aufgeführt, wie sie sich nach der Ausgleichung für die vorliegende Aufnahme des Spectrums ergeben haben; in der letzten Columne ist der Nachweis über die veränderten Normallinien nebst einzelnen Bemerkungen enthalten.

Nr.	Messung in Millim.	Wellenlänge im ⊙-Spectr.	Wellenlänge nach der Ausgl.	Linien im ⊙-Spectrum und Bemerkungen
54	3.747	434.071	434.071	
55	4.056	434.469	434.479	
56	4.607	435.223	435.223	
57	5.193	436.001	436.001	
58	5.801	436.805	436.821	.805 (7), .836 (5)
59	6.050	437.160	437.160	

Digitized by Google

Nr.	Messung in Millim.	Wellenlänge im ⊙-Spectr.	Wellenlänge nach der Ausgl.	Linien im ⊙-Spectrum und Bemerkungen	
60	6.391	437.638	437.638		
61	6.952	438.396	438.409	.396 (8), .421 (6)	
62	7.405	438.880	—		Die gemessene Linie ist nicht die N.-L.
63	7.771	439.546	439.546		
64	8.098	440.000	440.000		
65	8.452	440.499	440.499		
66	8.710	440.864	440.864		
67	9.179	441.535	441.535		
68	9.611	442.301	—		Die gemessene Linie ist nicht die N.-L.
69	9.904	442.563	442.592	.563 (7), .621 (4)	
70	10.207	443.060	443.060		
71	10.542	443.533	443.533		
72	—	—	—		
73	11.234	444.751	444.812	.812 (6)	Die N.-L. ist nicht diese, sondern die Linie 11.379 Millim.
74	11.563	445.081	445.081		
75	11.844	445.496	445.516	.516 (6)	
76	12.297	446.198	446.198		
77	12.617	446.684	446.684		
78	13.013	447.305	447.305		
79	13.221	447.627	447.627		
80	13.623	448.268	448.268		
81	14.382	449.477	449.477		
82	14.821	450.150	450.175	.150 (6), .199 (3)	
83	—	—	—		
84	15.669	451.563	451.563		
85	16.112	452.296	452.296		
86	16.467	452.894	452.894		
87	16.899	453.609	453.609		
88	17.708	454.990	454.990		
89	18.077	455.633	455.633		
90	18.523	456.587	—		Die gemessene Linie ist nicht die N.-L.
91	18.975	457.200	457.200		
92	19.533	458.182	458.182		
93	20.154	459.237	459.295	.295 (7)	
94	22.586	463.482	463.808	.783 (6), .832 (5)	Hier ist eine ganz andere, besser als die N.-L. zu messende Linie genommen.
95	23.464	465.482	465.482		

Bei Normallinie 54 ist nicht auf die Sternlinie $H\gamma$ eingestellt worden, sondern auf die künstliche Wasserstofflinie. Die Einstellung war demnach um den Betrag der Verschiebung, welcher aus dem 1. Theil des VII. Bandes entnommen wurde, zu corrigiren, daher die Umwandlung von 3.762^{mm} in 3.747^{mm}. Die Normallinien 72 und 83 sind nicht auf der Aufnahme identificirt worden; bei Normallinie 73 ist die Nummer aus Versehen zu einer anderen Linie geschrieben worden.

Zwischen die ausgeglichenen Wellenlängen der Normallinien konnte nunmehr die Interpolation der übrigen Linien erfolgen. Die 1. Columne der folgenden Zusammenstellung enthält wieder die Nummern der Normallinien, die 2. die Messungen in Millimetern, die 3. die mit Hülfe der Tabelle II bezw. der Curve von den vorhergehenden und nachfolgenden Normallinien aus interpolirten Wellenlängen — bei den Normallinien selbst deren durch die Ausgleichung gefundene Wellenlängen — die 4. die Mittel aus beiden Wellenlängen, also die definitiven Werthe für die Linien der betreffenden Aufnahme von α Bootis.

Digitized by Google

Nr.	Messung in Millim.	Interpolation I.	II.	Mittel	Nr.	Messung in Millim.	Interpolation I.	II.	Mittel	Nr.	Messung in Millim.	Interpolation I.	II.	Mittel
54	3.747	434.071		434.071	71	10.542	443.533		443.533	87	16.899	453.627		453.627
	3.865	.227	.227	227		10.632	.699	.702	701		17.075	.926	.914	920
	3.963	.356	.356	356		10.735	.852	.855	854		17.192	.125	.113	454.119
55	4.056	434.479		469		10.848	.019	.021	444.020		17.296	.302	.290	296
	4.199	.669	.680	675		11.074	.355	.358	357		17.385	.453	.441	447
	4.306	.812	.823	818		11.142	.454	.459	457		17.464	.588	.576	582
	4.552	.139	.150	435.144		11.234	.594	.596	595		17.558	.747	.735	741
56	4.607	435.223		223		11.322	.725	.727	726	88	17.708	454.990		990
	4.688	.331	.324	328	73	11.379	444.812		812		17.788	.128	.136	455.132
	4.818	.505	.498	502		11.475	.956	.949	953		17.873	.274	.282	278
	4.937	.665	.658	662	74	11.563	445.081		445.081		17.968	.437	.446	442
	5.121	.911	.904	908		11.647	.209	.217	213	89	18.077	455.633		633
57	5.193	436.001		436.001		11.732	.338	.346	342		18.209	.861	.868	865
	5.286	.127	.125	126	75	11.844	445.516		516		18.313	.041	.049	456.045
	5.465	.370	.368	369		12.134	.960	.948	954		18.449	.276	.285	281
	5.532	.458	.458	458		12.207	.072	.060	446.066		18.523	.404	.404	404
	5.691	.674	.674	674	76	12.297	446.198		198		18.630	.595	.596	596
58	5.801	436.821		821		12.390	.343	.332	338		18.694	.707	.708	708
	5.943	.014	.015	437.015		12.482	.485	.474	480		18.804	.898	.900	899
59	6.050	437.160		160	77	12.617	446.684		684	91	18.975	457.200		457.200
	6.158	.307	.321	314		12.729	.860	.859	860		19.157	.520	.521	521
60	6.391	437.638		638		12.791	.956	.957	957		19.294	.762	.761	762
	6.497	.783	.785	784		12.937	.186	.186	447.186		19.379	.911	.911	911
	6.633	.970	.972	971	78	13.013	447.305		305		19.456	.047	.047	458.047
	6.729	.101	.102	438.102		13.132	.492	.500	496	92	19.533	458.182		182
61	6.952	438.409		409	79	13.221	447.627		627		19.653	.394	.408	401
	7.046	.539	.541	540		13.458	.006	.004	448.005		19.793	.642	.653	648
	7.187	.733	.735	734		13.544	.144	.142	143		20.083	.156	.169	459.163
	7.405	.034	.038	439.036	80	13.623	448.268		268	93	20.154	459.295		295
	7.545	.230	.234	232		13.726	.434	.420	427		20.233	.442	.455	449
	7.684	.424	.425	425		13.833	.606	.594	600		20.317	.596	.610	603
63	7.771	439.546		546		13.980	.843	.830	837		20.436	.817	.830	824
	7.991	.854	.850	852		14.045	.947	.935	941		20.586	.095	.108	460.002
64	8.098	440.000		440.000		14.087	.015	.002	449.009		20.726	.354	.367	361
	8.158	.085	.084	085		14.254	.284	.271	278		20.841	.564	.578	571
	8.226	.180	.181	181	81	14.382	449.477		477		20.898	.671	.685	678
	8.344	.346	.347	347		14.504	.674	.662	668		20.978	.820	.833	827
65	8.452	440.499		499		14.596	.823	.811	817		21.072	.993	.007	461.000
	8.582	.684	.683	684		14.666	.937	.924	931		21.176	.186	.199	193
	8.651	.782	.780	781	82	14.821	450.175		450.175		21.284	.385	.399	392
66	8.710	440.864		864		15.031	.519	.517	518		21.422	.641	.654	648
	8.768	.947	.948	948		15.517	.316	.315	451.316		21.614	.996	.009	462.003
	8.849	.063	.063	441.063		15.601	.454	.451	453		21.799	.338	.352	345
	8.971	.237	.238	238	84	15.669	451.563		563		21.907	.538	.551	545
67	9.179	441.535		535		15.838	.845	.838	842		21.985	.682	.696	689
	9.272	.669	.679	674		15.951	.034	.028	452.031		22.159	.004	.018	463.011
	9.345	.775	.784	780	85	16.112	452.296		296		22.331	.323	.336	330
	9.532	.043	.054	442.049		16.246	.521	.522	522		22.472	.584	.597	591
	9.611	.158	.167	163		16.334	.669	.671	670	94	22.586	463.808		808
	9.709	.301	.311	306		16.401	.781	.783	782		22.696	.017	.023	464.020
	9.801	.434	.443	439	86	16.467	452.894		894		22.893	.391	.397	394
69	9.904	442.592		592		16.528	.997	.000	999		23.039	.667	.674	671
	10.007	.743	.768	756		16.608	.134	.135	453.135	95	23.464	465.482		465.482
70	10.207	443.060		443.060		16.735	.347	.350	349					
	10.438	.429	.413	421		16.793	.445	.448	447					

Digitized by Google

Die in der letzten Columne enthaltenen Wellenlängen der Aufnahme Nr. 117 sind in Zusammenstellung mit den auf gleiche Weise aus der Aufnahme Nr. 123 erhaltenen Resultaten weiter unten gegeben und zum Mittel vereinigt.

In Betreff der Genauigkeit der Wellenlängenbestimmungen lassen sich einigermassen sichere Angaben nicht machen, und zwar aus folgenden Gründen.

Bei den linienreichen Spectren, die nach der oben beschriebenen Messmethode behandelt worden sind, ist der Anschluss an den Potsdamer Catalog der Sonnenlinien ein so ausserordentlich enger, dass das System der hier gegebenen Wellenlängen als absolut mit dem Potsdamer System übereinstimmend zu betrachten ist. Man kann nun aus den Differenzen meiner Wellenlängen gegen die entsprechenden Linien des Sonnenspectrums einen wahrscheinlichen Fehler dieser Differenzen ableiten; derselbe hat aber wenig Werth, da einmal wegen des Umstandes, dass der w. Fehler der Linien des Potsdamer Catalogs sich nicht genau ermitteln lässt, auch der meinen Messungen zukommende Theil desselben unbestimmbar ist, andererseits aber auch in sehr vielen Fällen es sehr zweifelhaft bleibt, ob die Auffassung einer Linie im Stern mit der identisch ist, welche ich für die Linien des Sonnenspectrums in der letzten Columne angenommen habe.

Ich habe für eine Anzahl von Sternen der zweiten Classe auf diese Weise die w. Fehler bestimmt und Werthe für dieselben (w. Fehler der Differenz zwischen den Wellenlängen der Sternspectra und denen des Potsdamer Catalogs) zwischen den Grenzen $\pm$ 0.006 $\mu\mu$ und $\pm$ 0.008 $\mu\mu$ erhalten.

Sehr viel kleinere Werthe erhält man für den w. Fehler, wenn man denselben aus den Einstellungen auf die Linien berechnet. Als w. Fehler einer Pointirung auf eine Linie folgt nämlich $\pm$ 0.002 $\mu\mu$, und hiernach würde der w. Fehler einer definitiven Wellenlänge unter 0.001 $\mu\mu$ liegen. Dass dieser Fehler in Wirklichkeit fünf- bis sechsmal grösser ist, darf nach den vorangeschickten Auseinandersetzungen über die Auffassung der Linien nicht verwundern.

Die Ermittelung der Wellenlängen der Linien in den linienarmen Spectren der ersten Spectralclasse hat grosse Schwierigkeiten bereitet, und die Lösung dieser Anfgabe ist nicht in der befriedigenden Weise gelungen wie bei den Spectren der zweiten Classe, insofern es nicht möglich gewesen ist, den gleichen Genauigkeitsgrad hierbei zu erreichen. Wie schon in der Einleitung kurz hervorgehoben, liegt der Grund hierfür darin, dass bei den Spectren der ersten Classe im allgemeinen nur die Wasserstofflinie $H\gamma$ als Anhalt zu benutzen ist, dass daher für jede Aufnahme der Unterschied in der Dispersion gegen das Sonnenspectrum aus den bei der Aufnahme gemachten Angaben über Temperatur und Stellung des Cameraobjectivs ermittelt werden muss. Ausserdem müssen die Aufnahmen bis einschliesslich Nr. 45, 1888 Nov. 16, anders behandelt werden, als die späteren, da bis zu diesem Tage das Cameraobjectiv nicht verstellt worden ist.

Vor Beginn der Aufnahme von Sternen wurde mit Hülfe des Sonnenspectrums die Focussirung des Cameraobjectivs vorgenommen, wobei sich die grösste Schärfe des Spectrums in der Nähe der $H\gamma$-Linie bei der Einstellung $23^{p}5$ des das Cameraobjectiv verstellenden Schraubenkopfes ergab. Diese Aufnahmen sind im September 1888 gemacht worden, und es ist nachträglich festzustellen gewesen, dass die Temperatur des Apparates bei den Aufnahmen etwa $+ 20^{\circ}$ bis $+ 25^{\circ}$ betragen hat. Als im Anfange des Monats November die Temperatur nachts beträchtlich sank, stellte sich heraus, dass die Spectra nicht mehr genügend scharf erschienen, was besonders an der künstlichen $H\gamma$-Linie zu erkennen war, die sich häufig geradezu verdoppelt zeigte. Es wurden nun mit Hülfe des Sonnenspectrums neue

Digitized by Google

Focussirungen vorgenommen, und hiernach konnte folgende Tabelle für die Einstellung des Cameraobjectivs nach der Temperatur des Apparates aufgestellt werden:

Tabelle III.

Temp.	Einstellung des Camera-Objectivs
+20°	23.5
+15	23.0
+10	22.5
+ 5	22.0
0	21.5
— 5	21.0
—10	20.5

Da eine Pars der Schraubentrommel einem Werthe von 0.36 in der Verstellung des Objectivs entspricht, so fand für eine Temperaturänderung von 30° eine Focaländerung von 1.08 statt bei einer Brennweite von 408. Die etwas auffallende Grösse dieses Betrages erklärt sich dadurch, dass die Collimatorlinse der grösseren Sicherheit und Stabilität halber nicht entsprechend der Temperatur verstellt wurde, dass also beim Cameraobjectiv der doppelte Betrag der Focaländerung zur Wirkung kommt.

Es ist noch zu bemerken, dass bis zu dem angegebenen Datum überhaupt keine Temperaturablesung bei den Aufnahmen stattgefunden hat, weshalb später eine Vergleichung der Temperaturen am Instrumente mit den um 10 Uhr abends stattfindenden Thermometerablesungen der meteorologischen Station des Observatoriums vorgenommen wurde. Diese Vergleichung ergab, dass im Mittel die Temperaturangabe um 10 Uhr am Instrument um 3°4 höher ist als die Aussentemperatur, und dass sie im Mittel um 0°4 pro Stunde abgenommen hat. Hiernach ist dann die Temperatur während der Aufnahmen unter Zugrundelegung der 10 Uhr-Ablesungen später ermittelt worden. Es ist klar, dass diese durch [ ] eingeschlossenen Temperaturangaben eine beträchtliche Unsicherheit besitzen.

Der durch die Verschiedenheit der Temperatur während der Aufnahmen entstehende Unterschied in der Dispersion der einzelnen Sternspectra, der zuweilen so beträchtlich ist, dass ein blosses Aufeinanderlegen der Spectra zur Erkennung des Unterschiedes genügt, setzt sich aus folgenden Ursachen zusammen:

1. Eigentliche Dispersionsänderung der Prismen durch Temperaturänderung.
2. Aenderung der Distanz von Camera-Objectiv und Platte infolge der Ausdehnung oder Zusammenziehung des eisernen Camerarohres.
3. Ausdehnung oder Zusammenziehung der Platte selbst infolge der Temperaturschwankungen. Für die nach Nov. 6 angestellten Beobachtungen kommt noch hinzu:
4. Die Verstellung des Cameraobjectivs.

Alle unter 2. bis 4. angegebenen Veränderungen sind durch Rechnung zu verfolgen, leider aber die eigentliche Dispersionsänderung nicht, da die Prismen vor ihrer Anbringung im Spectrographen nicht in Bezug auf diesen Punkt untersucht worden sind und eine nachträgliche Untersuchung nicht thunlich ist, um die Justirung des Spectrographen nicht zu ändern, der stets ohne Weiteres an den Refractor angesetzt werden kann, um erforderlichen Falles sofort in Verwendung

Digitized by Google

genommen zu werden. Es liegen bestimmte Andeutungen dafür vor, dass die Dispersionsänderung der Prismen keineswegs proportional mit der Temperatur verläuft, worüber gleich noch Näheres anzugeben sein wird.

Es ist daher auf Grund des vorhandenen Beobachtungsmaterials zu untersuchen, in welcher Weise die Dispersion mit Temperatur und Einstellung des Cameraobjectivs variirt.

Für den weniger brechbaren Theil des Spectrums, von $H\gamma$ an, kann dies zunächst mit Hülfe derjenigen Aufnahmen geschehen, auf welchen die künstliche F-Linie noch mit genügender Schärfe zu messen ist. Ich bin hierbei derart verfahren, dass die Distanz von $F—H\gamma$ bei den künstlichen Linien gleichzeitig mit der entsprechenden Distanz im Normalspectrum der Sonne gemessen wurde, und zwar geschah dies, um den Einfluss einer Abweichung des Spectrums von der nur angenähert herzustellenden Parallellage des Spectrums zur Schlittenrichtung des Messapparates zu eliminiren. Es sind verhältnissmässig nur wenige Aufnahmen, bei denen die F-Linie noch kräftig genug erscheint, vorhanden; gemessen sind die folgenden:

Aufnahmen bei constanter Stellung des Cameraobjectivs 23.5^{p}.

Nr. d. Spectr.	Temp.	$F_{\odot}—H\gamma_{\odot}$ mm	$F_{*}—H\gamma_{*}$ k.L. mm	$\Delta_{*}—\Delta_{\odot}$ mm
2	[+13°]	29.281	29.377	+0.096
4	[+12°]	29.297	29.374	+0.077
5	[+10°]	29.281	29.350	+0.069
6	[+ 7°]	29.288	29.349	+0.061
8	[+ 7°]	29.283	29.324	+0.041
29	[+ 0°5]	29.295	29.286	—0.009
32	[— 1°]	29.273	29.294	+0.021

Aufnahmen bei verstelltem Objective.

Nr. d. Spectr.	Objectiv-Einst. p	Temp.	$F_{\odot}—H\gamma_{\odot}$ mm	$F_{*}—H\gamma_{*}$ k.L. mm	$\Delta_{*}—\Delta_{\odot}$ mm
82	21.0	— 5°	29.282	29.190	—0.092
83	21.0	— 5	29.264	29.179	—0.085
113	22.0	+ 5	29.271	29.299	+0.028
114	22.0	+ 4	29.282	29.293	+0.011
115	22.0	+ 5	29.280	29.307	+0.027
117	22.0	+ 4.5	29.276	29.278	+0.002
118	22.5	+10	29.276	29.377	+0.101
119	22.5	+11	29.272	29.383	+0.111
133	23.0	+18	29.271	29.432	+0.161
134	23.0	+18	29.272	29.425	+0.153
137	23.5	+19	29.278	29.458	+0.180
145	23.5	+21	29.283	29.472	+0.189
168	21.5	+ 3.5	29.281	29.316	+0.035
169	21.5	+ 2.5	29.291	29.315	+0.024
194	22.0	+ 6	29.289	29.384	+0.095
195	22.0	+ 5.5	29.285	29.379	+0.094
232	22.0	+ 2	29.283	29.339	+0.056
234	21.5	+ 1	29.286	29.327	+0.041
235	21.5	— 1	29.282	29.322	+0.040

Digitized by Google

Die Differenzen der ersten Tabelle können bei der geringen Anzahl der Daten nur durch eine gerade Linie ausgeglichen werden; man findet auf diese Weise, dass einer Temperaturänderung von $1^{4°}$ eine Dispersionsänderung von 0.087^{mm} entspricht. Die Dispersionsänderung gleich Null, oder die Uebereinstimmung von Normalspectrum mit Sternspectrum, ergiebt sich für $-1^{\circ}4$, und die Aenderung beträgt pro Grad 0.0062^{mm}, in dem Sinne, dass die Dispersion der Sternspectra mit zunehmender Temperatur wächst. Hervorgerufen ist diese Aenderung durch die vereinigte Wirkung der mit der Temperatur veränderlichen Dispersion der Prismen und der variirenden Längen von Camerarohr und Platte.

Die Nullpunktstemperatur von $-1^{\circ}4$ entspricht der Einstellung des Cameraobjectivs von $21^{p}5$, und man hätte hiernach anzunehmen, dass die Aufnahme des Normalspectrums, welches aus den vorhandenen Aufnahmen nach dem Gesichtspunkte ausgewählt ist, nicht gerade in der Mitte, sondern in seiner ganzen Ausdehnung möglichste Schärfe zu zeigen, bei dieser Einstellung erfolgt ist.

Vereinigt man die zu gleichen Einstellungen gehörenden Differenzen der zweiten Tabelle in Mittelwerthe, so erhält man folgendes Täfelchen:

Objectiv-Einst.	Temp.	$\Delta_{*}-\Delta_{\odot}$	Temp.-Corr.	d
p		mm	mm	mm
23.5	$+20^{\circ}$	+0.185	−0.133	+0.052
23.0	+18	+0.157	−0.120	+0.037
22.5	+10.5	+0.106	−0.074	+0.032
22.0	+ 4.5	+0.045	−0.037	+0.008
21.5	+ 1.5	+0.035	−0.018	+0.017
21.0	− 5	−0.089	+0.022	−0.067

bei welchem die 4. Columne die Temperaturcorrection enthält, abgeleitet aus den Aufnahmen bei constanter Stellung des Cameraobjectivs, die 5. als Differenz aus der 3. und 4. Columne allein den Einfluss der Objectiveinstellung angiebt. Die Ausgleichung dieser letzten Columne ist durch eine gerade Linie nicht möglich, wohl aber durch eine Curve, welche bei den kleineren Einstellungen der Objectivschraube einen stärkeren Abfall zeigt als bei den grösseren. Die aus der Curve entnommenen Werthe sind die folgenden:

Einstell.	$\Delta_{*}-\Delta_{\odot}$
p	mm
23.5	+0.050
23.0	+0.040
22.5	+0.026
22.0	+0.010
21.5	−0.010
21.0	−0.039

Sieht man zunächst von der Krümmung der Curve ab, so folgt, dass von den Einstellungen $21^{p}0$ bis $23^{p}5$ eine Aenderung der Distanz $H\gamma - F = 29^{mm}3$ um $0^{mm}084$ stattgefunden hat oder um 0.0028 ihres Betrages.

Nun entspricht einer Verstellung der Objectivschraube um 1^{p} ein Betrag der Objectivverstellung um $0^{mm}36$, also derjenigen von $21^{p}0$ bis $23^{p}5$ $0^{mm}90$, um welchen Betrag die Focaldistanz von 408^{mm} geändert worden ist, also um 0.0022 ihres Betrags. In Anbetracht der Unsicherheit der aus der Curve entnommenen Werthe ist diese Uebereinstimmung als eine befriedigende zu bezeichnen, und es ergiebt

Digitized by Google

sich hieraus, dass ausser den angegebenen Ursachen keine weiteren für Dispersionsänderungen massgebend gewesen sind.

Der Nullpunkt liegt bei der Einstellung $21^{p}7$ in naher Uebereinstimmung mit dem Resultat aus der Temperaturcurve.

Auffallend bleibt nur die Krümmung der Curve, da entsprechend den gleichmässigen Intervallen der Objectiveinstellung doch eine gerade Linie resultiren müsste. Ich stehe nicht an, diese Krümmung als nicht reell zu betrachten, sondern dadurch zu erklären, dass die zur Ableitung benutzte Temperaturcurve von der geraden Linie abweicht und zwar in dem angegebenen Sinne, wofür zwar die oben angeführten Beobachtungen ihrer geringen Zahl wegen keinen Anhalt gewähren, wofür aber andere Gründe sprechen. Es hat sich nämlich herausgestellt, dass unterhalb einer gewissen Temperatur — etwa -2^{0} — der Spectrograph überhaupt keine scharfen Spectra mehr giebt, wie auch das Cameraobjectiv verstellt wird. Dies rührt zweifellos von einer bei dieser Temperatur eintretenden Verbiegung der verhältnissmässig sehr dünn zulaufenden Crownglaskeile der Compound-Prismen her, und es ist durchaus plausibel, dass mit dieser Verbiegung nicht bloss eine Unschärfe, sondern auch eine Aenderung der Zerstreuung eintritt.

Ich halte es demnach für das Beste, das bisher befolgte Verfahren umzukehren, d. h. den Einfluss der Objectivverstellung nicht empirisch zu bestimmen, sondern aus dem bekannten Betrage der Verstellung und durch Abzug der so erhaltenen Werthe von denen der 3. Columne in Tabelle III eine neue Temperaturcurve abzuleiten, wobei der Nullpunkt auf die Einstellung $21^{p}5$ gelegt werden muss. Man erhält alsdann Folgendes:

Objectiv-Einstellung	Temp.	$\Delta\ast - \Delta\odot$	Corr. weg. Obj.-Einst.	Temp.-Corr.
p		mm	mm	mm
23.5	$+20^{0}$	+0.185	−0.102	+0.083
23.0	+18	+0.157	−0.077	+0.080
22.5	+10.5	+0.106	−0.051	+0.055
22.0	+ 4.5	+0.045	−0.026	+0.019
21.5	+ 1.5	+0.035	0.000	+0.035
21.0	− 5	−0.089	+0.026	−0.063

Die graphische Ausgleichung der Werthe der letzten Columne giebt eine neue Temperaturcurve, deren Nullpunkt bei 0^{0} liegt, und die in dem folgenden Täfelchen mit der zuerst abgeleiteten Curve zusammengestellt ist.

Temp.	Curve I	Curve II
	mm	mm
$+20^{0}$	—	+0.090
+15	+0.101	+0.069
+10	+0.071	+0.049
+ 5	+0.040	+0.027
0	+0.009	0.000
− 5	−0.022	−0.034

Es scheint mir ausser Frage, dass die neue Curve mehr Anspruch auf Wahrscheinlichkeit hat, als die frühere, und sie wird deshalb später mit einer Modification zur Reduction der Messungen Verwendung finden.

Dieselbe Untersuchung für den brechbareren Theil des Spectrums mit Hülfe der künstlichen *Hδ*-Linie auszuführen, ist nicht möglich gewesen, da nur bei höchstens drei oder vier Spectren diese

Digitized by Google

Linie mit genügender Stärke vorhanden ist. Es hat dies seinen Hauptgrund darin, dass bereits nach sehr kurzer Benutzung der Geissler'schen Wasserstoffröhren die $H\delta$-Linie sehr an Intensität abnahm oder überhaupt schon verschwand, während die $H\gamma$-Linie noch recht kräftig erschien.

Eine zweite Methode zur Ermittelung des Einflusses von Temperatur und Objectiveinstellung auf die Grösse der Dispersion bietet die Ausmessung von Spectren der zweiten Spectralclasse. Da hierbei eine Reihe von Linien in jedem Spectrum gemessen werden kann, so erhält man gleichzeitig Aufschluss darüber, in welcher Weise die Dispersionsänderungen über das Spectrum vertheilt sind. Diesem Vortheile stehen aber einige Nachtheile gegenüber, einmal der Umstand, dass man im allgemeinen nur etwa bis zur halben Distanz von $H\gamma—F$ gehen kann, und dann der, dass in den Spectren verschiedener Sterne oder auch in den Spectren gleicher Sterne von verschiedener Kraft die Linien anders aufgefasst werden. Infolge dieser ungünstigen Umstände steht diese Methode der vorigen zwar entschieden an Genauigkeit nach, sie führt jedoch zu einer wichtigen Aufklärung über die Lage des Nullpunktes und soll deshalb ausführlich angegeben werden. Zur Bestimmung der Temperaturcurve bei der constanten Einstellung des Cameraobjectives $23^{p}.5$ würden nur 3 Aufnahmen zu verwerthen sein, bei denen die äussersten Temperaturdifferenzen nur 8° betragen, so dass in dieser Beziehung kein Resultat mit einiger Sicherheit abzuleiten ist.

Da die Einstellung auf die $H\gamma$-Linie im Stern durch die künstliche Wasserstofflinie erschwert ist, so habe ich als Ausgangspunkt der Messung nicht diese, sondern die Normallinie 48 (430.840 $\mu\mu$) genommen. Bei den höheren Ablesungen der Objectivschraube sind leider nur wenige zu dem vorliegenden Zwecke brauchbare Aufnahmen vorhanden; ich habe alle genommen, welche geeignet waren. Die Messungen haben nun folgende Differenzen der in der ersten Columne bezeichneten Normallinien gegen das Sonnenspectrum, im Sinne ∗—⊙, ergeben.

Einstellung $23^{p}.0$				Einstellung $22^{p}.5$		Einstellung $22^{p}.0$	
N.-L.	Nr. 128 Temp. +16°	Nr. 133 Temp. +18°	Mittel Temp. +17°	N.-L.	Nr. 196 Temp. +10°	N.-L.	Nr. 117 Temp. +4°.5
	mm	mm	mm		mm		mm
48	0.000	0.000	0.000	48	0.000	48	0.000
58	+0.022	+0.037	+0.030	58	+0.031	58	—0.002
65	+0.009	+0.021	+0.015	65	+0.014	65	—0.018
75	+0.031	+0.034	+0.033	75	+0.028	75	—0.019
81	+0.037	+0.042	+0.040	81	+0.023	81	—0.030
87	+0.052	+0.055	+0.054	87	+0.041	87	—0.026
96	—	+0.086	+0.086	96	+0.063	96	—0.040

Einstellung $21^{p}.5$							Einstellung $21^{p}.0$	
N.-L.	Nr. 67 Temp. —2°	Nr. 95 Temp. —2°	Nr. 97 Temp. —4°	Nr. 63 Temp. +1°.5	Nr. 176 Temp. —1°	Mittel	N.-L.	Nr. 71 Temp. —8°
	mm	mm	mm	mm	mm	mm		mm
48	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	48	0.000
58	—0.011	—0.015	—0.008	+0.019	+0.006	—0.002	58	—0.029
65	—0.039	—0.040	—0.034	—0.018	—0.025	—0.031	65	—0.071
75	—0.063	—0.049	—0.048	—0.030	—0.027	—0.043	75	—0.076
81	—0.079	—0.075	—0.059	—0.053	—0.038	—0.061	81	—0.120
87	—	—0.068	—0.065	—0.051	—0.027	—0.053	87	—0.119
96	—	—	—	—	—	—	96	—

Digitized by Google

Die graphische Ausgleichung dieser Werthe durch gerade Linien — die Zahlen geben keine Veranlassung, von der geraden Linie abzugehen — hat nun folgende Dispersionsänderung gegen das Sonnenspectrum ergeben, reducirt auf die Distanz $H\gamma - F = 29.3^{mm}$ (Curve II).

Objectiv-Einstellung	Temp.	II $\Delta_* - \Delta_\odot$
p		mm
23.0	+17°	+0.125
22.5	+10	+0.048
22.0	+ 4.5	−0.045
21.5	+ 1.5	−0.144
21.0	− 7.5	−0.265

Die Vergleichung dieser $\Delta_* - \Delta_\odot$ mit denjenigen, welche nach der ersten Methode aus den künstlichen Linien erhalten worden sind, zeigt zwar auch eine Krümmung der resultirenden Curve und damit auch der Temperaturcurve, die Uebereinstimmung ist aber zunächst eine sehr unbefriedigende; der Nullpunkt würde zwischen die Einstellungen $22^p.0$ und $22^p.5$ fallen, näher bei $22^p.0$.

Es ist zu erkennen, dass der grösste Theil des Unterschiedes zwischen den beiden Curven durch Anbringung eines constanten Werthes gehoben werden kann, und ich muss auf diesen Punkt nun etwas näher eingehen.

Das Cameraobjectiv ist eine einfache achromatische Linse, construirt wie ein Fernrohrobjectiv; solche Linsen geben erfahrungsmässig einigermassen gute Bilder nur bis zu einem Abstande von etwa 2° von der optischen Axe. Im vorliegenden Falle wird aber das Objectiv bei der *F*-Linie unter einem Winkel von 4° in Anspruch genommen, und infolge dessen sind die Linien an dieser Stelle schon sehr unscharf. Bei kräftigen Aufnahmen erkennt man deutlich, dass die künstliche *F*-Linie doppelt ist, doch ist die Intensität der Componenten sehr ungleich, und die stärkere Linie liegt nach aussen hin. In den meisten Fällen sind jedoch die Aufnahmen nicht kräftig genug, um die Duplicität zu zeigen, man stellt also dann nicht auf die Mitte der *F*-Linie ein, sondern auf die äussere Componente. Bei einer Distanz von 21^{mm} von der Mitte der Platte, bei der $H\delta$-Linie, ist die Verbreiterung oder Verdoppelung der Linien noch kaum zu merken; man kann annehmen, dass sie erst hier merklich zu werden beginnt und dann rapid zunimmt, entsprechend ihrer Ursache, der sphärischen Aberration.

Während also bei der Bestimmung der Abhängigkeit der Dispersion von Temperatur und Einstellung mit Hülfe der Normallinien der II. Spectralclasse, wobei im Maximum nur bis zu Distanzen von 20^{mm} gegangen worden ist, der eben besprochene Einstellungsfehler vernachlässigt werden kann, muss derselbe bei der Ermittelung durch die künstliche *F*-Linie mit vollem Betrage eingegangen sein.

Der Abstand der beiden Componenten der *F*-Linie beträgt nun nach einigen Messungen 0.104^{mm}; es sind also alle gemessenen Distanzen der *F*-Linie, sofern man sie mit denen der zweiten Methode vergleichen will, oder sofern man die gefundenen Reductionsgrössen nur bis zu Distanzen von nicht über 21^{mm} verwenden will, um die constante Grösse von 0.052^{mm} zu verkleinern. Damit findet eine Verlegung des Nullpunktes von $21^p.5$ auf $22^p.0$ statt, und diese ist höchst wahrscheinlich, da die Aufnahmen des Sonnenspectrums nur bei Einstellungen auf ganze Partes der Objectivschraube gemacht worden sind.

Auch nach Anbringung dieser Correction lässt die Uebereinstimmung der Resultate noch sehr viel zu wünschen übrig, besonders bei den kleineren Einstellungen der Objectivschraube; als durch die zweite Untersuchung aber bewiesen möchte ich hinstellen die proportionale Vertheilung der Disper-

Digitized by Google

sionsänderung auf das Spectrum bis zu Distanzen von 21^{mm} und die Verschiebung des Nullpunktes der erstgefundenen Curve und damit auch der Temperaturcurve auf die Einstellung $22^{p}.0$.

Ich bemerke noch, dass die wenigen Aufnahmen, bei denen etwas weiter nach dem violetten Ende zu gemessen werden kann, andeuten, dass der Verlauf der Dispersionsänderung in diesem Theile des Spectrums derselbe ist wie in dem ausführlicher untersuchten, dass daher die Berechtigung vorliegt, für den violetten Theil des Spectrums dasselbe Reductionsverfahren zu benutzen, wie für den weniger brechbaren; da aber die Zahlenwerthe selbst sehr unsicher bleiben, so theile ich dieselben nicht weiter mit.

Die Untersuchung über die Dispersionsänderung kann nun noch nach einer dritten Art ausgeführt werden, und zwar mit Hülfe der Aufnahmen des Spectrums von β Orionis. In diesem Spectrum befinden sich zwei sehr scharf einzustellende Linien in Distanzen von 9^{mm} und 10^{mm} von der $H\gamma$-Linie, und das Spectrum ist häufig bei ziemlich verschiedenen Einstellungen aufgenommen worden.

Ich bezeichne die Distanzen der beiden Linien von $H\gamma$ mit a und b, ihre genäherten Wellenlängen sind 448.1 $\mu\mu$ und 447.1 $\mu\mu$.

Nr. d. Spectr.	Einstellung	Temp.	a	b
	p		mm	mm
166	22.5	+ 6°	9.816	9.193
112	22.0	+ 6	9.801	9.190
49	22.0	+ 5	9.801	9.185
231	22.0	+ 3	9.796	9.176
93	21.5	+ 1	9.766	9.156
96	21.5	0	9.784	9.139
65	21.5	— 0.5	9.782	9.161
101	20.5	—10	9.723	9.114
80	20.5	—12	9.726	9.091

Hiernach folgt für die Distanz $\frac{a+b}{2}$ im Mittel:

Einstellung	Temp.	$\frac{a+b}{2}$
p		mm
22.5	+ 6°	9.505
22.0	+ 5	9.491
21.5	0	9.465
20.5	—11	9.414

Da die Distanzen a und b im Normalspectrum der Sonne nicht ohne Weiteres gegeben sind, so muss bei der graphischen Ausgleichung der Nullpunkt beliebig angenommen werden. Lege ich denselben auf die Einstellung $22^{p}.0$ und reducire die Werthe von $\frac{a+b}{2}$ auf die Distanz $H\gamma - F = 29^{mm}.3$, so giebt die Ausgleichung durch eine gerade Linie Folgendes (Curve III):

Einstellung	III $\Delta_{*} - \Delta_{\odot}$	I
p	mm	mm
22.5	+0.060	+0.058
22.0	0.000	+0.008
21.5	—0.075	—0.052
21.0	—0.150	—0.132
20.5	—0.235	—

Digitized by Google

wobei zur Vergleichung die Curve I nach Anbringung der Reduction auf die Mitte der *F*-Linie angegeben ist.

Eine bessere Uebereinstimmung kann in Anbetracht des Umstandes, dass die gemessene Distanz bei β Orionis nur $^1/_3$ derjenigen von $H\gamma - F$ ist, wohl kaum erwartet werden.

Da die nach der zweiten und dritten Methode erhaltenen Zahlenwerthe beträchtlich weniger zuverlässig sind, als die nach der ersten Methode abgeleiteten, so sehe ich erstere als nur zur Controlle letzterer dienend an und benutze zu den weiteren Rechnungen nur die Curve I, jedoch unter Anbringung der durch die zweite Methode gefundenen constanten Correction von 0.052^{mm}.

Zur Reduction der Messungen in den linienarmen Spectren des 1. Spectraltypus dienen demnach die Tabellen IV und V.

Tabelle IV.

Tafel zur Reduction der Distanzen bei der constanten Einstellung 23.5^p.

Temp.	1mm	2mm	3mm	6mm	10mm
	mm	mm	mm	mm	mm
+20°	—0.001	—0.003	—0.004	—0.008	—0.013
+18	—0.001	—0.002	—0.003	—0.006	—0.010
+16	—0.001	—0.001	—0.002	—0.004	—0.007
+14	0.000	—0.001	—0.001	—0.002	—0.004
+12	0.000	0.000	—0.001	—0.001	—0.002
+10	0.000	0.000	0.000	0.000	+0.001
+ 8	0.000	+0.001	+0.001	+0.002	+0.004
+ 6	+0.001	+0.001	+0.002	+0.004	+0.007
+ 4	+0.001	+0.002	+0.003	+0.006	+0.010
+ 2	+0.001	+0.003	+0.004	+0.008	+0.014
0	+0.002	+0.004	+0.005	+0.011	+0.018
— 2	+0.002	+0.005	+0.007	+0.014	+0.023
— 4	+0.003	+0.005	+0.008	+0.016	+0.027
— 6	+0.003	+0.006	+0.010	+0.019	+0.032
— 8	+0.004	+0.007	+0.011	+0.022	+0.037
—10	+0.004	+0.008	+0.013	+0.025	+0.042

Das Vorzeichen dieses Täfelchens gilt für den weniger brechbaren Theil des Spectrums von $H\gamma$ an, für den brechbareren ist das Vorzeichen zu wechseln.

Tabelle V.

Tafel zur Reduction der Distanzen bei den Einstellungen 23.5^p bis 20.5^p.

Einstellung	23.5^p	23.0^p	22.5^p	22.0^p	21.5^p	21.0^p	20.5^p
Distanz 1mm	—0.005	—0.003	—0.002	0.000	+0.002	+0.005	+0.009
2	—0.009	—0.007	—0.004	0.000	+0.004	+0.009	+0.016
3	—0.014	—0.010	—0.005	0.000	+0.006	+0.014	+0.024
4	—0.018	—0.013	—0.007	0.000	+0.008	+0.019	+0.032
5	—0.023	—0.017	—0.009	0.000	+0.011	+0.024	+0.038
6	—0.027	—0.020	—0.011	0.000	+0.013	+0.028	+0.045
7	—0.032	—0.023	—0.013	0.000	+0.015	+0.033	+0.054
8	—0.036	—0.026	—0.014	0.000	+0.017	+0.038	+0.062
9	—0.041	—0.030	—0.016	0.000	+0.019	+0.042	+0.069
10	—0.045	—0.033	—0.018	0.000	+0.021	+0.047	+0.078

Digitized by Google

In Betreff des Vorzeichens gilt das für die vorige Tafel Gesagte.

Diese beiden Tafeln liefern die zur Reduction der gemessenen Distanzen von $H\gamma$ auf das Sonnenspectrum nöthigen Correctionen; es bleibt noch übrig, die Messmethode selbst etwas genauer aus einander zu setzen.

Wie bei der ersten Messmethode wurden wiederum Sternspectrum und Normalspectrum der Sonne gemeinschaftlich unter das Mikroskop gelegt, nur mit dem Unterschiede, dass diesmal durch vorsichtiges Verschieben des Sonnenspectrums eine möglichst genaue Coincidenz der $H\gamma$-Linie in der Sonne mit der künstlichen $H\gamma$-Linie im Stern hergestellt wurde. Es würde dies nicht unbedingt nothwendig gewesen sein, da ja eine geringe Verstellung durch Messung ermittelt und nachher berücksichtigt werden konnte. Da sich aber eine solche genaue Coincidenz, nachdem der Faden erst auf die künstliche Linie im Sternspectrum eingestellt ist, sehr leicht herstellen lässt, so habe ich dieses Verfahren für sehr bequem gefunden. Es wurde nun auf die zu bestimmende Linie im Sternspectrum eingestellt und alsdann auf die dieser zunächst gelegene Normallinie im Sonnenspectrum; es wurde also stets gemessen: im Sternspectrum Distanz der unbekannten Linie gegen die künstliche $H\gamma$-Linie, in der Sonne Distanz der nächsten Normallinie gegen die $H\gamma$-Linie in der Sonne. Diese letztere Messung ist eigentlich überflüssig, da ja alle Distanzen der Normallinie gegen die $H\gamma$-Linie bereits gemessen und in Tabelle I enthalten sind. Indessen habe ich diese Distanzen immer wieder mitgemessen, um Fehler, die durch eine nicht exacte Parallelstellung der Spectra zur Schlittenrichtung im Mikroskope entstehen können, zu eliminiren: es ist beträchtlich leichter, die zwei Spectra unter einander parallel zu stellen, als zur Schlittenrichtung.

Dadurch, dass auf die künstliche Linie eingestellt wurde, sind die Distanzen im Sternspectrum nun noch verfälscht um den vollen Betrag der Linienverschiebung auf der betreffenden Aufnahme, und es waren daher die Messungen um diese aus dem 1. Theile des VII. Bandes zu entnehmenden Beträge zu corrigiren. Da nun die Verschiebung von der Wellenlänge abhängig ist, so hat dieselbe für jede Linie einen andern Werth, den ich in dem folgenden Täfelchen nach der bekannten Formel gerechnet gebe. In diesem Täfelchen enthält die zweite Columne den Betrag der Linienverschiebung von 0.100 $\mu\mu$ bei der $H\gamma$-Linie für die in der ersten Columne angeführten Wellenlängen.

Tabelle VI.

λ	0.100 $\mu\mu$
404	0.093
414	0.095
424	0.098
434	0.100
444	0.102
454	0.105
464	0.107
474	0.110
484	0.112

Es dürfte nach den vorstehenden Auseinandersetzungen ohne Weiteres einleuchten, dass die bei den linienarmen Spectren berechneten Wellenlängen eine beträchtlich geringere Genauigkeit besitzen als die bei den linienreichen Spectren erhaltenen; aber auch die in sehr vielen Fällen auftretende Verwaschenheit und Mattheit der zu messenden Objecte trägt dazu bei, die Genauigkeit herabzudrücken,

Digitized by Google

und bedingt vor allem eine grosse Ungleichförmigkeit in der Exactheit der Wellenlängen der verschiedenen Linien. Ferner muss darauf aufmerksam gemacht werden, dass infolge der angewandten Reductionsmethode die Genauigkeit der Wellenlängenbestimmungen direct von dem Abstande von der *Hγ*-Linie abhängt, also eine Function der Wellenlänge ist. Ich habe es aus diesen Gründen für besser gehalten, auch für die nach der zweiten Methode gemessenen Wellenlängen keine wahrscheinlichen Fehler zu berechnen. Eine ungefähre Schätzung der erreichten Genauigkeit lässt sich leicht durch die Betrachtung der zu einer und derselben Linie gehörenden Bestimmungen auf verschiedenen Aufnahmen gewinnen.

Die nun folgende Ableitung der Wellenlängen wird nach dem Vorigen vollständig verständlich sein. Als Ausgangspunkt der Rechnungen dient die in der zweiten Columne gegebene Differenz der Messungen zwischen Normallinie in der Sonne und Linie im Stern in Millimetern, mit positivem Vorzeichen, wenn die Normallinie eine kleinere Ablesung als die andere Linie zeigt. Die für jede Aufnahme gültige Ablesung des Cameraobjectives, resp. die Temperatur, sowie die Verschiebung der *Hγ*-Linie in Revolutionen, Millimetern und Wellenlängen ist hinter der Plattennummer angegeben. Die Messungen selbst und ihre Umwandlung in Millimeter habe ich nicht angegeben, dagegen die Reduction vollständig, da sie bei Weitem nicht so umfangreich ist als bei der ersten Messmethode.

Ableitung der Wellenlängen nach der zweiten Messmethode.

Es enthalten:

Columne 1 Nummer der benutzten Normallinie,
» 2 Differenz der Messungen zwischen Normallinie in der Sonne und Linie im Stern (in Millim.),
» 3 Correction dieser Differenz wegen verschiedener Dispersion (Temperatur und Einstellung des Cameraobjectivs),
» 4 Summe von Columne 2 und 3,
» 5 dieselbe in Wellenlängen umgesetzt,
» 6 Correction wegen Linienverschiebung (in Wellenlängen),
» 7 Summe aus Columne 5 und 6,
» 8 definitive Wellenlängen (durch Anbringung von Columne 7 an die W.L. der Normallinien),
» 9 Bemerkungen über Aussehen und Intensität der Linien.

Die Sterne sind nach den Rectascensionen geordnet.

1. *α Andromedae.*

Nr. 4. Obj. $^{p}23.5$. Temp. +12°. Versch. = -0.010^{R} = -0.003^{mm} = $-0.004^{\mu\mu}$.

56	+0.074	0.000	+0.074	+0.099	+0.004	+0.103	435.326	Ziemlich scharf, aber schwach. Exist.?
79	+0.352	−0.002	+0.350	+0.560	+0.004	+0.570	448.197	Breit, matt.

Nr. 57. Obj. $^{p}21.5$. Versch. nicht gemessen. Als Null angenommen.

79	+0.326	+0.019	+0.345	+0.552	0.000	+0.552	448.179	Breit, matt, aber lange nicht so breit
88	−0.031	+0.029	−0.002	−0.003	0.000	−0.003	454.987	Scharf. Exist.? [wie *Hγ*.

Nr. 238. Obj. $^{p}21.3$. Versch. = $+0.128^{R}$ = $+0.032^{mm}$ = $+0.042^{\mu\mu}$.

79	+0.341	+0.019	+0.360	+0.576	−0.044	+0.532	448.159	K. z. s. Schwächer als bei den übrig. Aufn.
—	+0.138	−0.002	+0.136	+0.171	−0.042	+0.129	432.751	Schwache Linien, machen den Eindruck,
51	−0.019	−0.002	−0.021	−0.026	−0.042	−0.068	432.554	als ob sie am Rande die entsprechenden hellen Linien zeigten.

Digitized by Google

2. β *Cassiopejae.*

Nr. 91. Obj. 21.0. Versch. $= {}^{p}+0.095 = {}^{R}+0.024 = {}^{mm}+0.031 = {}^{\mu\mu}+0.031$.

60	−0.048	+0.012	−0.036	−0.049	−0.031	−0.080	437.558	Breites verwaschenes Band.
61	+0.065	+0.014	+0.079	+0.109	−0.031	+0.078	438.474	Ganz breites Band.
63	+0.006	+0.019	+0.025	+0.035	−0.031	+0.004	439.550	Breites Band. 2 Linien?
64	+0.055	+0.021	+0.076	+0.107	−0.031	+0.076	440.076	Breites Band.
65	+0.006	+0.022	+0.028	+0.040	−0.031	+0.009	440.508	Linie.
67	−0.450	+0.026	−0.424	−0.610	−0.032	−0.642	440.893	Breites Band.
67	+0.009	+0.026	+0.035	+0.050	−0.032	+0.018	441.553	Linie.
71	+0.018	+0.032	+0.050	+0.074	−0.032	+0.042	443.575	Breite Linie.
72	+0.054	+0.034	+0.088	+0.130	−0.032	+0.098	444.368	Ganz breites Band.
79	+0.325	+0.044	+0.369	+0.590	−0.032	+0.558	448.185	Ganz breites Band.
81	−0.399	+0.050	−0.349	−0.565	−0.032	−0.597	448.880	Linie?
51	+0.005	−0.005	0.000	0.000	−0.031	−0.031	432.591	Breite Linie.
50	+0.207	−0.007	+0.200	+0.252	−0.031	+0.221	432.134	Breite Linie.
50	−0.278	−0.007	−0.285	−0.359	−0.031	−0.390	431.523	Breite Linie.
45	+0.084	−0.017	+0.067	+0.082	−0.031	+0.051	429.515	—
45	−0.282	−0.017	−0.299	−0.362	−0.031	−0.393	429.071	Breites kräftiges Band.

Nr. 92. Obj. 20.5. Versch. $= {}^{p}+0.149 = {}^{R}+0.037 = {}^{mm}+0.047 = {}^{\mu\mu}+0.047$.

60	−0.054	+0.020	−0.034	−0.046	−0.047	−0.093	437.545	Breites Band.
61	+0.059	+0.025	+0.084	+0.116	−0.047	+0.069	438.465	Ganz breites Band.
63	−0.007	+0.032	+0.025	+0.035	−0.048	−0.013	439.533	Breites Band.
64	+0.071	+0.034	+0.105	+0.148	−0.048	+0.100	440.100	Sehr breites Band.
65	−0.026	+0.036	+0.010	+0.014	−0.048	−0.034	440.465	Breites Band.
67	−0.007	+0.041	+0.034	+0.049	−0.048	+0.001	441.536	Sehr breit und matt.
71	+0.550	+0.052	+0.602	+0.891	−0.048	+0.843	444.376	Ganz breit.
75	+0.029	+0.063	+0.092	+0.141	−0.048	+0.093	445.589	Breite Linie.
79	+0.306	+0.073	+0.379	+0.606	−0.049	+0.557	448.184	Sehr breites und starkes Band.
51	+0.032	−0.010	+0.022	+0.027	−0.047	−0.020	432.602	Breites Band.
50	−0.244	−0.014	−0.258	−0.325	−0.047	−0.372	431.541	Ziemlich scharfe Linie.
45	−0.233	−0.029	−0.262	−0.320	−0.046	−0.366	429.098	Sehr breites Band.

3. β *Persei.*

Nr. 50. Obj. 22.0. Versch. $= {}^{p}-0.129 = {}^{R}-0.032 = {}^{mm}-0.043 = {}^{\mu\mu}-0.043$.

77	+0.227	0.000	+0.227	+0.356	+0.044	+0.400	447.084	(2
(79	+0.252	0.000	+0.252	+0.403	+0.044	+0.447	448.074	)
(78	+0.454	0.000	+0.454	+0.717	+0.044	+0.761	448.066	) 4

Nr. 86. Obj. 21.0. Versch. $= {}^{p}+0.242 = {}^{R}+0.061 = {}^{mm}+0.080 = {}^{\mu\mu}+0.080$.

77	+0.344	+0.041	+0.385	+0.604	−0.082	+0.522	447.206	Kaum zu sehen.
79	+0.335	+0.044	+0.379	+0.606	−0.082	+0.524	448.151	3)
82	+0.443	+0.052	+0.495	+0.810	−0.083	+0.727	450.877	1)?
88	−0.039	+0.066	+0.027	+0.046	−0.084	−0.038	454.952	1)

Nr. 157. Obj. 21.5. Versch. $= {}^{p}+0.192 = {}^{R}+0.048 = {}^{mm}+0.064 = {}^{\mu\mu}+0.064$.

77	+0.366	+0.019	+0.385	+0.604	−0.065	+0.539	447.223	(2
79	+0.375	+0.020	+0.395	+0.632	−0.065	+0.567	448.194	4

Digitized by Google

3. *β Persei* (Fortsetzung).

Nr. 244. Obj. 22.0^{p}. Versch. $= +0.264^{R} = +0.066^{mm} = +0.087^{\mu\mu}$.

77	+0.419	0.000	+0.419	+0.658	—0.089	+0.569	447.253	Kaum zu sehen.
79	+0.393	0.000	+0.393	+0.629	—0.089	+0.540	448.167	(3)

4. *β Orionis*.

Nr. 17. Obj. 23.5^{p}. Temp. $+8^{\circ}$. Versch. $= 0$.

56	—0.006	0.000	—0.006	—0.008	0.000	—0.008	435.215	(1) Sehr scharf.
61	+0.309	+0.001	+0.310	+0.428	0.000	+0.428	438.824	(2)
77	+0.299	+0.003	+0.302	+0.474	0.000	+0.474	447.158	(5)
79	+0.317	+0.003	+0.320	+0.512	0.000	+0.512	448.139	(5)
88	—0.026	+0.005	—0.021	—0.036	0.000	—0.036	454.954	(1)?
92	+0.123	+0.006	+0.129	+0.227	0.000	+0.227	458.409	(1)
40	—0.065	—0.002	—0.067	—0.078	0.000	—0.078	426.773	(2)
16	—0.354	—0.007	—0.361	—0.354	0.000	—0.354	413.125	(5)
15	+0.060	—0.007	+0.053	+0.052	0.000	+0.052	412.868	(5)

Nr. 24. Obj. 23.5^{p}. Temp. $= -1^{\circ}$. Versch. $= +0.023^{R} = +0.006^{mm} = +0.008^{\mu\mu}$.

56	—0.011	+0.002	—0.009	—0.012	—0.008	—0.020	435.203	(1) Kaum zu sehen.
61	+0.313	+0.006	+0.319	+0.440	—0.008	+0.432	438.828	(2)
71	+0.159	+0.012	+0.171	+0.253	—0.008	+0.245	443.778	(1)
75	—0.543	+0.016	—0.527	—0.806	—0.008	—0.814	444.682	(1)?
77	+0.309	+0.018	+0.327	+0.513	—0.008	+0.505	447.189	(4)
79	+0.321	+0.019	+0.340	+0.544	—0.008	+0.536	448.163	(5)
88	—0.042	+0.028	—0.014	—0.024	—0.008	—0.032	454.958	(1)
91	+0.664	+0.030	+0.694	+1.222	—0.008	+1.214	458.414	(1)?
40	—0.047	—0.012	—0.059	—0.069	—0.008	—0.077	426.774	(2)
34	—0.203	—0.017	—0.220	—0.246	—0.008	—0.254	423.367	(1)
17	+0.092	—0.036	+0.056	+0.055	—0.008	+0.047	414.461	(1)
17	—0.117	—0.036	—0.153	—0.150	—0.008	—0.158	413.256	(1)?
16	—0.274	—0.037	—0.311	—0.305	—0.008	—0.313	413.166	(4)
15	+0.133	—0.039	+0.094	+0.092	—0.008	+0.084	412.900	(4)
14	—0.177	—0.040	—0.217	—0.211	—0.008	—0.219	412.185	(2)

Nr. 49. Obj. 22.0^{p}. Versch. $= +0.038^{R} = +0.010^{mm} = +0.013^{\mu\mu}$.

56	—0.022	0.000	—0.022	—0.029	—0.013	—0.042	435.181	(1) Kaum zu sehen.
61	+0.323	0.000	+0.323	+0.446	—0.013	+0.433	438.829	(2)
71	+0.156	0.000	+0.156	+0.231	—0.013	+0.218	443.751	(1) Kaum zu sehen.
77	+0.313	0.000	+0.313	+0.491	—0.013	+0.478	447.162	(5)
79	+0.324	0.000	+0.324	+0.518	—0.013	+0.505	448.132	(6)
88	—0.025	0.000	—0.025	—0.043	—0.014	—0.057	454.933	(1)
92	+0.096	0.000	+0.096	+0.170	—0.014	+0.156	458.338	(1)?
40	—0.046	0.000	—0.046	—0.054	—0.013	—0.067	426.784	(1)
34	—0.235	0.000	—0.235	—0.264	—0.013	—0.277	423.344	(2)

Digitized by Google

4. *β Orionis* (Fortsetzung).

Nr. 65. Obj. 21.5. Versch. = +0.065 = +0.016 = +0.020.

56	+0.016	+0.002	+0.018	+0.024	−0.020	+0.004	435.227	1
61	+0.311	+0.006	+0.317	+0.437	−0.020	+0.417	438.813	(2
71	+0.182	+0.015	+0.197	+0.292	−0.020	+0.272	443.805	1
77	+0.293	+0.019	+0.312	+0.490	−0.020	+0.470	447.154	5
79	+0.307	+0.020	+0.327	+0.523	−0.020	+0.503	448.130	5)
88	−0.058	+0.029	−0.029	−0.050	−0.021	−0.071	454.919	1
92	+0.061	+0.033	+0.094	+0.166	−0.021	+0.145	458.327	1) Sehr schwach.
40	−0.017	−0.013	−0.030	−0.035	−0.020	−0.055	426.796	

Nr. 96. Obj. 21.5. Versch. = +0.150 = +0.038 = +0.051.

61	+0.331	+0.006	+0.337	+0.465	−0.051	+0.414	438.810	1)
77	+0.314	+0.019	+0.333	+0.523	−0.052	+0.471	447.155	4)
79	+0.320	+0.020	+0.340	+0.544	−0.052	+0.492	448.119	(5
88	+0.497	+0.029	+0.526	+0.904	−0.053	+0.851	455.841	1
92	+0.089	+0.033	+0.122	+0.216	−0.054	+0.162	458.344	1) Kaum zu sehen.
40	+0.002	−0.013	−0.011	−0.013	−0.050	−0.063	426.788	(1 Kaum zu sehen.
34	−0.155	−0.018	−0.173	−0.194	−0.050	−0.244	423.377	1) Kaum zu sehen.
17	+0.160	−0.037	+0.123	+0.120	−0.049	+0.071	414.485	(2 Kaum zu sehen.
16	−0.233	−0.039	−0.272	−0.266	−0.048	−0.314	413.165	3 Kaum zu sehen.
15	+0.190	−0.040	+0.150	+0.147	−0.048	+0.099	412.915	3 Kaum zu sehen.

Nr. 101. Obj. 20.5. Versch. = +0.255 = +0.064 = +0.084.

61	+0.332	+0.024	+0.356	+0.491	−0.085	+0.406	438.802	1)
77	+0.301	+0.068	+0.369	+0.578	−0.086	+0.492	447.176	4
79	+0.308	+0.073	+0.381	+0.610	−0.086	+0.524	448.151	5
40	+0.048	−0.044	+0.004	+0.004	−0.083	−0.079	426.772	1
16	−0.124	−0.143	−0.267	−0.261	−0.080	−0.341	413.138	4 Kaum zu sehen.
15	+0.247	−0.148	+0.099	+0.097	−0.080	+0.017	412.833	4 Kaum zu sehen.

Nr. 112. Obj. 22.0. Versch. = +0.209 = +0.052 = +0.069.

61	+0.353	0.000	+0.353	+0.487	−0.069	+0.418	438.814	1
77	+0.341	0.000	+0.341	+0.535	−0.070	+0.465	447.149	(3
79	+0.351	0.000	+0.351	+0.562	−0.070	+0.492	448.119	5
40	+0.014	0.000	+0.014	+0.016	−0.068	−0.052	426.799	1) Kaum zu sehen.
34	−0.182	0.000	−0.182	−0.204	−0.067	−0.271	423.350	2)

Nr. 166. Obj. 22.5. Versch. = +0.126 = +0.032 = +0.043.

56	−0.005	−0.002	−0.007	−0.009	−0.043	−0.052	435.171	1) Kaum zu sehen.
61	+0.343	−0.005	+0.338	+0.466	−0.044	+0.422	438.818	(1
77	+0.345	−0.016	+0.329	+0.517	−0.044	+0.473	447.157	(5
79	+0.360	−0.017	+0.343	+0.549	−0.044	+0.505	448.132	(6
88	+0.001	−0.025	−0.024	−0.041	−0.045	−0.086	454.904	1) Kaum zu sehen.
92	+0.139	−0.028	+0.111	+0.196	−0.046	+0.150	458.332	(2)

Digitized by Google

4. β *Orionis* (Fortsetzung).

Nr. 166.

40	—0.020	+0.011	—0.009	—0.011	—0.042	—0.053	426.798	(1) Kaum zu sehen.
34	—0.223	+0.015	—0.208	—0.233	—0.042	—0.275	423.346	(1) Kaum zu sehen.
17	+0.051	+0.031	+0.082	+0.081	—0.040	+0.041	414.455	(1) Kaum zu sehen.
16	—0.371	+0.033	—0.338	—0.331	—0.040	—0.371	413.108	Kaum zu sehen.

Nr. 231. Obj. $\overset{p}{22.0}$. Versch. = $\overset{R}{+0.127}$ = $\overset{mm}{+0.032}$ = $\overset{\mu\mu}{+0.043}$.

50	+0.026	0.000	+0.026	+0.035	—0.043	—0.008	435.215	(1) Kaum zu sehen.
61	+0.349	0.000	+0.349	+0.482	—0.044	+0.438	438.834	(1) Kaum zu sehen.
77	+0.356	0.000	+0.356	+0.559	—0.044	+0.515	447.199	(4)
79	+0.364	0.000	+0.364	+0.582	—0.044	+0.538	448.165	(5)
88	+0.008	0.000	+0.008	+0.014	—0.045	—0.031	454.959	(1) Kaum zu sehen.
88	+0.212	0.000	+0.212	+0.365	—0.045	+0.320	455.310	(1) Kaum zu sehen.
92	+0.179	0.000	+0.179	+0.317	—0.046	+0.271	458.453	(2)
40	+0.007	0.000	+0.007	+0.008	—0.042	—0.034	426.817	(1)
34	—0.210	0.000	—0.210	—0.235	—0.042	—0.277	423.344	(1)
17	+0.075	0.000	+0.075	+0.072	—0.040	+0.032	414.446	(3)
16	—0.312	0.000	—0.312	—0.306	—0.040	—0.346	413.133	(4)
13	+0.343	0.000	+0.343	+0.336	—0.040	+0.296	412.193	(4)

5. γ *Orionis*.

Nr. 59. Obj. $\overset{p}{21.5}$. Versch. = $\overset{R}{+0.035}$ = $\overset{mm}{+0.009}$ = $\overset{\mu\mu}{+0.012}$.

61	+0.319	+0.006	+0.325	+0.448	—0.012	+0.436	438.832	Breit und matt, wie *Hγ*.
63	+0.043	+0.008	+0.051	+0.071	—0.012	+0.059	439.605	Scharf, aber sehr matt. Existenz?
77	+0.287	+0.019	+0.306	+0.480	—0.012	+0.468	447.152	Breit, sehr kräftig, genau wie *Hγ*.
79	+0.314	+0.020	+0.334	+0.534	—0.012	+0.522	448.149	Sehr schwach, ziemlich scharf.
88	+0.135	+0.029	+0.164	+0.282	—0.013	+0.269	455.259	Sehr schwach, aber scharf.
40	—0.020	—0.013	—0.033	—0.039	—0.012	—0.051	426.800	Ziemlich kräftig, breit.

Nr. 230. Obj. $\overset{p}{22.0}$. Versch. = $\overset{R}{+0.128}$ = $\overset{mm}{+0.032}$ = $\overset{\mu\mu}{+0.043}$.

61	+0.356	0.000	+0.356	+0.491	—0.043	+0.448	438.844	Matt, breit.
77	+0.351	0.000	+0.351	+0.551	—0.044	+0.507	447.191	Kräftig, breit.
79	+0.383	0.000	+0.383	+0.613	—0.044	+0.569	448.196	Sehr breit, kaum zu sehen.
88	+0.194	0.000	+0.194	+0.334	—0.045	+0.289	455.279	Kaum zu sehen.
40	—0.034	0.000	—0.034	—0.040	—0.042	—0.082	426.769	Sehr schwach.
36	+0.098	0.000	+0.098	+0.112	—0.042	+0.070	424.629	Kaum zu sehen.

Nr. 232. Obj. $\overset{p}{22.0}$. Versch. = $\overset{R}{+0.164}$ = $\overset{mm}{+0.041}$ = $\overset{\mu\mu}{+0.054}$.

61	+0.347	0.000	+0.347	+0.479	—0.054	+0.425	438.821	Kräftig u. scharf, schmaler als *Hγ*.
77	+0.344	0.000	+0.344	+0.540	—0.055	+0.485	447.169	Sehr stark, genau wie *Hγ*.
79	+0.367	0.000	+0.367	+0.587	—0.055	+0.532	448.159	Kaum zu sehen.
88	+0.204	0.000	+0.204	+0.351	—0.056	+0.295	455.285	Kaum zu sehen.
40	—0.002	0.000	—0.002	—0.002	—0.053	—0.055	426.796	Schwach, schmal.
38	+0.015	0.000	+0.015	+0.017	—0.053	—0.036	425.432	Kaum zu sehen.

Digitized by Google

6. β *Tauri.*

Nr. 58. Obj. 21.5. Versch. $= +0.045^{p} = +0.011^{R} = +0.014^{mm}$.

77	+0.262	+0.019	+0.281	+0.441	−0.014	+0.427	447.111	Ganz breit u. verwaschen. K. z. s.
79	+0.316	+0.020	+0.336	+0.538	−0.014	+0.524	448.151	Sehr breit u. verwaschen, etwas kräftiger.

Nr. 234. Obj. 21.5. Versch. $= +0.120^{p} = +0.030^{R} = +0.040^{mm}$.

77	+0.329	+0.019	+0.348	+0.547	−0.041	+0.506	447.190	Breit, kaum zu messen.
79	+0.349	+0.020	+0.369	+0.590	−0.041	+0.549	448.176	Breit, etwas kräftiger.
88	+0.025	+0.029	+0.054	+0.093	−0.042	+0.051	455.041	Breit, nur zu ahnen.

7. δ *Orionis.*

Nr. 239. Obj. 22.0. Versch. $= +0.133^{p} = +0.033^{R} = +0.044^{mm}$.

77	+0.284	0.000	+0.284	+0.446	−0.045	+0.401	447.085	Kaum zu sehen, ganz unsicher.

Nr. 240. Obj. 22.0. Versch. $= +0.141^{p} = +0.035^{R} = +0.046^{mm}$.

77	+0.366	0.000	+0.366	+0.574	−0.047	+0.527	447.211	Kaum zu sehen, ganz unsicher.

8. ε *Orionis.*

Nr. 82. Obj. 21.0. Versch. $= +0.129^{p} = +0.032^{R} = +0.042^{mm}$.

61	+0.337	+0.015	+0.352	+0.486	−0.042	+0.444	438.840	Breit, matt, sehr unsicher.
77	+0.295	+0.042	+0.337	+0.529	−0.043	+0.486	447.170	Kräftig.
88	+0.108	+0.066	+0.174	+0.299	−0.044	+0.255	455.245	Sehr matt, kaum zu sehen.

Nr. 103. Obj. 21.0. Versch. $= +0.254^{p} = +0.064^{R} = +0.084^{mm}$.

77	+0.334	+0.042	+0.376	+0.590	−0.086	+0.504	447.188	Kräftig.
87	+0.018	+0.061	+0.079	+0.134	−0.087	+0.047	453.656	Sehr schwach.
88	+0.163	+0.066	+0.229	+0.394	−0.087	+0.307	455.297	Sehr schwach.

9. ζ *Orionis.*

Nr. 74. Obj. 21.5. Versch. $= +0.080^{p} = +0.020^{R} = +0.026^{mm}$.

77	+0.339	+0.019	+0.358	+0.562	−0.026	+0.536	447.220	Kaum zu sehen, sehr unsicher.

Nr. 83. Obj. 21.0. Versch. $= +0.140^{p} = +0.035^{R} = +0.046^{mm}$.

77	+0.300	+0.041	+0.341	+0.535	−0.047	+0.488	447.172	Matt, gut zu messen.

10. α *Geminorum.*

Nr. 71. Obj. 21.5. Versch. $= -0.13^{p} = -0.033^{R} = -0.044^{mm}$.

72	+0.085	+0.015	+0.100	+0.149	+0.045	+0.194	441.464	Matte, scharfe Linie.
79	+0.297	+0.020	+0.317	+0.507	+0.046	+0.553	448.180	Sehr kräftig!!! scharf.
81	−0.243	+0.022	−0.221	−0.358	+0.046	−0.312	449.165	Matt, scharf.
85	−0.033	+0.025	−0.008	−0.013	+0.046	+0.033	452.329	Matt, scharf.

Digitized by Google

10. *α Geminorum* (Fortsetzung).

Nr. 118. Obj. $^{p}22.5$. Versch. = 0.

61	+0.008	−0.005	+0.003	+0.004	0.000	+0.004	438.400	Sehr matte, scharfe Linie. Exist.?
79	+0.361	−0.017	+0.344	+0.543	0.000	+0.543	448.170	Sehr kräftig, scharf.
81	−0.128	−0.019	−0.147	−0.238	0.000	−0.238	449.239	Matte, scharfe Linie.
81	−0.266	−0.019	−0.285	−0.462	0.000	−0.462	449.015	Sehr matte, scharfe Linie.
84	+0.034	−0.022	+0.012	+0.020	0.000	+0.020	451.583	Sehr matt, scharf.
88	+0.026	−0.025	+0.001	+0.002	0.000	+0.002	454.992	Kräftig, scharf.

11. *α Leonis*.

Nr. 106. Obj. $^{p}21.5$. Versch. = $^{R}+0.017$ = $^{mm}+0.004$ = $^{\mu\mu}+0.005$.

56	+0.172	+0.002	+0.174	+0.233	−0.005	+0.228	435.451	(2) Scharf.

Nr. 115. Obj. $^{p}22.0$. Versch. = $^{R}+0.050$ = $^{mm}+0.013$ = $^{\mu\mu}+0.017$.

58	+0.111	0.000	+0.111	+0.151	−0.017	+0.134	436.939	Macht den Eindruck einer hellen Linie innerhalb einer dunklen.

12. *β Ursae majoris*.

Nr. 138. Obj. $^{p}23.5$. Versch. = $^{R}-0.036$ = $^{mm}-0.009$ = $^{\mu\mu}-0.012$.

56	+0.001	−0.005	−0.004	−0.005	+0.012	+0.007	435.230	(1) Scharf.
61	+0.007	−0.015	−0.008	−0.011	+0.012	+0.001	438.397	(1) } Band.
61	+0.151	−0.015	+0.136	+0.188	+0.012	+0.200	438.596	(1) }
65	+0.010	−0.021	−0.011	−0.016	+0.012	−0.004	440.495	(1) Kaum zu sehen.
67	+0.169	−0.025	+0.144	+0.207	+0.012	+0.219	441.754	(2)
73	−0.227	−0.034	−0.261	−0.390	+0.012	−0.378	444.373	(2)
79	+0.382	−0.043	+0.339	+0.542	+0.012	+0.554	448.181	(4) Scharf.
81	−0.286	−0.047	−0.333	−0.538	+0.012	−0.526	448.951	(1) Breit.
51	−0.004	+0.005	+0.001	+0.001	+0.012	+0.013	432.635	(1)
49	+0.146	+0.010	+0.156	+0.197	+0.012	+0.209	431.547	(1)
49	−0.022	+0.010	−0.012	−0.015	+0.012	−0.003	431.335	(1)
48	+0.188	+0.011	+0.199	+0.249	+0.012	+0.261	431.101	(1)
48	+0.028	+0.011	+0.039	+0.049	+0.012	+0.061	430.901	(1)
48	−0.162	+0.011	−0.151	−0.189	+0.012	−0.177	430.663	(1)
46	+0.068	+0.015	+0.083	+0.102	+0.012	+0.114	430.065	(1)
45	−0.027	+0.016	−0.011	−0.013	+0.012	−0.001	429.463	(2)
42	+0.178	+0.024	+0.202	+0.240	+0.012	+0.252	427.773	(2)
39	+0.126	+0.030	+0.156	+0.182	+0.012	+0.194	426.278	(1)
32	+0.017	+0.043	+0.060	+0.066	+0.012	+0.078	422.778	(2)

Nr. 143. Obj. $^{p}23.5$. Versch. = $^{R}-0.069$ = $^{mm}-0.017$ = $^{\mu\mu}-0.022$.

61	+0.026	−0.015	+0.011	+0.015	+0.022	+0.037	438.433	(2)
61	+0.143	−0.015	+0.128	+0.177	+0.022	+0.199	438.595	(1)
63	−0.274	−0.018	−0.292	−0.409	+0.022	−0.387	439.159	(2) Etwas breit.
63	+0.024	−0.018	+0.006	+0.009	+0.022	+0.031	439.577	(2)
65	+0.031	−0.021	+0.010	+0.014	+0.022	+0.036	440.535	(1) Kaum zu sehen.
67	+0.038	−0.025	+0.013	+0.019	+0.022	+0.041	441.576	(2)
70	+0.013	−0.030	−0.017	−0.025	+0.022	−0.003	443.057	(1)
72	+0.135	−0.033	+0.102	+0.152	+0.022	+0.174	444.444	(2) Breit.
77	+0.155	−0.040	+0.115	+0.181	+0.022	+0.203	446.887	(2)

Digitized by Google

12. β *Ursae majoris* (Fortsetzung).

Nr. 143.

79	+0.377	−0.043	+0.334	+0.534	+0.022	+0.556	448.183	(6) Scharf.
81	−0.309	−0.047	−0.356	−0.577	+0.022	−0.555	448.922	(1)
81	−0.125	−0.047	−0.172	−0.279	+0.022	−0.257	449.220	(1)
82	+0.060	−0.050	+0.010	+0.016	+0.022	+0.038	450.188	(2)
82	+0.511	−0.050	+0.461	+0.756	+0.022	+0.778	450.928	(2)
85	−0.376	−0.055	−0.431	−0.724	+0.023	−0.701	451.595	(3)
87	−0.053	−0.059	−0.112	−0.190	+0.023	−0.167	453.442	(2)
88	+0.069	−0.063	+0.006	+0.010	+0.023	+0.033	455.023	(3)
51	+0.006	+0.005	+0.011	+0.014	+0.022	+0.036	432.658	(2)
51	−0.390	+0.005	−0.385	−0.485	+0.022	−0.463	432.159	(1)
48	+0.009	+0.011	+0.020	+0.025	+0.022	+0.047	430.887	(2)
46	+0.068	+0.015	+0.083	+0.102	+0.022	+0.124	430.075	(2)
46	−0.220	+0.015	−0.205	−0.252	+0.022	−0.230	429.721	(1)
45	−0.004	+0.016	+0.012	+0.015	+0.022	+0.037	429.501	(2)
45	−0.329	+0.016	−0.313	−0.382	+0.022	−0.360	429.104	(3)
39	−0.036	+0.030	−0.006	−0.007	+0.022	+0.015	426.099	(1)?
33	+0.302	+0.043	+0.345	+0.383	+0.021	+0.404	423.395	(3)
32	+0.020	+0.043	+0.063	+0.069	+0.021	+0.090	422.790	(3)
30	−0.032	+0.047	+0.015	+0.016	+0.021	+0.037	421.611	(2)

13. δ *Leonis*.

Nr. 120. Obj. $^{p}23.0$. Versch. = $^{R}+0.029$ = $^{mm}+0.007$ = $^{\mu\mu}+0.009$.

61	+0.074	−0.010	+0.064	+0.088	−0.009	+0.079	438.475	Breit, sehr matt.
63	−0.009	−0.013	−0.022	−0.031	−0.009	−0.040	439.506	Sehr matt.
67	+0.110	−0.018	+0.092	+0.133	−0.009	+0.124	441.659	Sehr breit.
79	+0.374	−0.031	+0.343	+0.549	−0.009	+0.540	448.167	Sehr breit.
46	+0.162	+0.011	+0.173	+0.212	−0.009	+0.203	430.154	Schmal, schwach.

Nr. 186. Obj. $^{p}22.5$. Versch. = $^{R}+0.024$ = $^{mm}+0.006$ = $^{\mu\mu}+0.008$.

79	+0.346	−0.017	+0.329	+0.526	−0.008	+0.518	448.145	Schwach, sehr breit.

14. β *Leonis*.

Nr. 116. Obj. $^{p}22.0$. Versch. = $^{R}+0.008$ = $^{mm}+0.002$ = $^{\mu\mu}+0.003$.

60	−0.056	0.000	−0.056	−0.077	−0.003	−0.080	437.558	Sehr breites Band, kaum zu sehen.
61	+0.037	0.000	+0.037	+0.051	−0.003	+0.048	438.444	Sehr matt.
67	+0.068	0.000	+0.068	+0.098	−0.003	+0.095	441.630	Matt.
72	+0.065	0.000	+0.065	+0.097	−0.003	+0.094	444.364	Sehr matt.
75	+0.064	0.000	+0.064	+0.098	−0.003	+0.095	445.591	Schmal.
79	+0.332	0.000	+0.332	+0.531	−0.003	+0.528	448.155	Ziemlich kräftig.

Nr. 191. Obj. $^{p}22.5$. Versch. = $^{R}+0.014$ = $^{mm}+0.004$ = $^{\mu\mu}+0.005$.

61	+0.070	−0.005	+0.065	+0.090	−0.005	+0.085	438.481	Sehr matt.
79	+0.368	−0.017	+0.351	+0.562	−0.005	+0.557	448.184	Kaum zu sehen.

Digitized by Google

15. ε *Ursae majoris.*

Nr. 139. Obj. 23.5. Versch. $= {}^{p}-0.048 = {}^{R}-0.012 = {}^{mm}-0.016 = {}^{\mu\mu}-0.016$.

70	+0.013	−0.030	−0.017	−0.025	+0.016	−0.009	443.051	(1)?
77	+0.161	−0.040	+0.121	+0.190	+0.016	+0.206	446.890	(1)?
79	+0.044	−0.043	+0.001	+0.002	+0.016	+0.018	447.645	(1)
79	+0.369	−0.043	+0.326	+0.522	+0.016	+0.538	448.165	(4) Scharf.
82	+0.024	−0.050	−0.026	−0.043	+0.016	−0.027	450.123	(1) Scharf.
85	−0.364	−0.055	−0.419	−0.704	+0.017	−0.687	451.609	(2) Breit.
87	−0.052	−0.059	−0.111	−0.189	+0.017	−0.172	453.437	(2)
88	+0.063	−0.063	0.000	0.000	+0.017	+0.017	455.007	(3) Scharf.
89	+0.219	−0.065	+0.154	+0.266	+0.017	+0.283	455.916	(3) Scharf.
51	−0.013	+0.005	−0.008	−0.010	+0.016	+0.006	432.628	(3) Scharf.
49	−0.015	+0.009	−0.006	−0.008	+0.016	+0.008	431.346	(1) Scharf.
46	−0.249	+0.015	−0.234	−0.288	+0.016	−0.272	429.679	(1) Kaum zu sehen.
44	+0.025	+0.018	+0.043	+0.052	+0.016	+0.068	429.092	(1) Kaum zu sehen.
40	+0.098	+0.026	+0.124	+0.145	+0.016	+0.161	427.012	(2)
39	+0.135	+0.030	+0.165	+0.193	+0.016	+0.209	426.293	(2)
38	−0.016	+0.032	+0.016	+0.019	+0.016	+0.035	425.503	(1)
37	+0.009	+0.033	+0.042	+0.048	+0.016	+0.064	425.177	(2) Mitte einer Doppellinie.
35	−0.020	+0.036	+0.016	+0.018	+0.016	+0.034	424.299	(3) Breit.
34	+0.240	+0.039	+0.279	+0.312	+0.016	+0.328	423.949	(2)
34	−0.279	+0.039	−0.240	−0.269	+0.016	−0.253	423.368	(3) Breit.
33	−0.024	+0.042	+0.018	+0.020	+0.016	+0.036	423.027	(2)
32	+0.046	+0.043	+0.089	+0.098	+0.016	+0.114	422.814	(2)
31	−0.052	+0.044	−0.008	−0.009	+0.016	+0.007	422.252	(1)
30	−0.023	+0.047	+0.024	+0.026	+0.016	+0.042	421.616	(1)
29	−0.011	+0.050	+0.039	+0.042	+0.016	+0.058	421.117	(1)
26	−0.009	+0.054	+0.045	+0.047	+0.015	+0.062	419.908	(2) Breit.

Nr. 141. Obj. 23.5. Versch. $= {}^{p}-0.061 = {}^{R}-0.015 = {}^{mm}-0.020 = {}^{\mu\mu}-0.020$.

61	+0.043	−0.015	+0.028	+0.039	+0.020	+0.059	438.455	(1) Breit, verwaschen.
63	+0.003	−0.018	−0.015	−0.021	+0.020	−0.001	439.545	(2) Breit.
65	+0.020	−0.021	−0.001	−0.001	+0.020	+0.019	441.518	(2)
69	−0.115	−0.027	−0.142	−0.207	+0.020	−0.187	442.376	(1)
79	+0.377	−0.043	+0.334	+0.534	+0.021	+0.555	448.182	(5) Scharf.
88	+0.032	−0.063	−0.031	−0.053	+0.021	−0.032	454.958	(3)
51	+0.009	+0.005	+0.014	+0.018	+0.020	+0.038	432.660	(2) Scharf.
48	+0.013	+0.011	+0.024	+0.030	+0.020	+0.050	430.890	(2) Scharf.
45	+0.026	+0.016	+0.042	+0.051	+0.020	+0.071	429.535	(2)

16. α *Virginis.*

Nr. 119. Obj. 22.5. Versch. $= {}^{p}-0.395 = {}^{R}-0.099 = {}^{mm}-0.131 = {}^{\mu\mu}$.

61	+0.246	−0.005	+0.241	+0.333	+0.133	+0.466	438.862	Ganz breit und matt.
77	+0.240	−0.016	+0.224	+0.351	+0.135	+0.486	447.170	Ganz breit und matt.

Nr. 122. Obj. 23.0. Versch. $= {}^{p}-0.420 = {}^{R}-0.105 = {}^{mm}-0.139 = {}^{\mu\mu}$.

61	+0.245	−0.010	+0.235	+0.324	+0.141	+0.465	438.861	Ganz breit und matt.
77	+0.260	−0.029	+0.231	+0.363	+0.143	+0.506	447.190	Ganz breit und matt.

Digitized by Google

16. α *Virginis* (Fortsetzung).

Nr. 195. Obj. 22.0. Versch. $= -0.479^{p} = -0.120^{R} = -0.158^{mm}$ $^{\mu\mu}$.

61	+0.212	0.000	+0.212	+0.293	+0.160	+0.453	438.849	Kaum zu sehen.
77	+0.204	0.000	+0.204	+0.320	+0.163	+0.483	447.167	Kaum zu sehen.

17. ζ *Ursae majoris*.

Nr. 184. Obj. 23.0. Versch. $= -0.150^{p} = -0.038^{R} = -0.050^{mm}$ $^{\mu\mu}$.

63	−0.008	−0.013	−0.021	−0.029	+0.050	+0.021	439.567	(1) Kaum zu sehen.
72	+0.119	−0.024	+0.095	+0.141	+0.051	+0.192	444.462	(2)
79	+0.364	−0.031	+0.333	+0.533	+0.051	+0.584	448.211	Kräftig.
87	−0.038	−0.043	−0.081	−0.138	+0.052	−0.086	453.523	(1) Kaum zu sehen.
88	+0.087	−0.046	+0.041	+0.070	+0.052	+0.122	455.112	(2) Kaum zu sehen.
51	−0.006	+0.003	−0.003	−0.004	+0.050	+0.046	432.668	(1)
48	−0.035	+0.009	−0.026	−0.032	+0.050	+0.018	430.858	(1)
45	−0.026	+0.012	−0.014	−0.017	+0.050	+0.033	429.497	(1)
44	+0.002	+0.013	+0.015	+0.018	+0.050	+0.068	429.092	(1)
34	−0.298	+0.028	−0.270	−0.302	+0.049	−0.253	423.368	(3)
32	−0.017	+0.031	+0.014	+0.015	+0.049	+0.064	422.764	(1)
30	−0.043	+0.034	−0.009	−0.010	+0.049	+0.039	421.613	(1)

Nr. 214. Obj. 23.0. Versch. $= -0.067^{p} = -0.017^{R} = -0.022^{mm}$ $^{\mu\mu}$.

63	+0.013	−0.013	0.000	0.000	+0.022	+0.022	439.568	Kaum zu sehen.
75	+0.018	−0.026	−0.008	−0.012	+0.022	+0.010	445.506	(1)
77	+0.152	−0.030	+0.122	+0.192	+0.022	+0.214	446.898	(1)
79	+0.016	−0.031	−0.015	−0.024	+0.022	−0.002	447.625	(1)
79	+0.362	−0.031	+0.331	+0.530	+0.022	+0.552	448.179	(4)
87	−0.058	−0.043	−0.101	−0.172	+0.023	−0.149	453.460	(1)
88	+0.058	−0.046	+0.012	+0.021	+0.023	+0.044	455.034	(2)
49	+0.125	+0.007	+0.132	+0.167	+0.022	+0.189	431.527	(1)
48	−0.015	+0.009	−0.006	−0.008	+0.022	+0.014	430.854	—
45	−0.006	+0.012	+0.006	+0.007	+0.022	+0.029	429.493	(1)
44	−0.170	+0.013	−0.157	−0.190	+0.022	−0.168	428.856	(1)
40	+0.286	+0.021	+0.307	+0.359	+0.022	+0.381	427.232	(1)
34	−0.279	+0.028	−0.251	−0.281	+0.022	−0.259	423.362	(1)

Nr. 215. Obj. 23.0. Versch. $= -0.078^{p} = -0.020^{R} = -0.026^{mm}$ $^{\mu\mu}$.

56	−0.001	−0.002	−0.003	−0.004	+0.026	+0.022	435.245	(1)
63	+0.026	−0.013	+0.013	+0.018	+0.026	+0.044	439.590	(1)
77	+0.166	−0.030	+0.136	+0.213	+0.026	+0.239	446.923	(1)
79	+0.363	−0.031	+0.332	+0.531	+0.026	+0.557	448.184	(3)
82	+0.026	−0.036	−0.010	−0.016	+0.027	+0.011	450.161	(1)
88	+0.076	−0.046	+0.030	+0.052	+0.027	+0.079	455.069	—
51	−0.006	+0.003	−0.003	−0.004	+0.026	+0.022	432.644	(1) Kaum zu sehen.
39	+0.016	+0.021	+0.037	+0.043	+0.026	+0.069	426.153	(1)
36	+0.439	+0.025	+0.464	+0.529	+0.026	+0.555	425.114	(1)
34	−0.281	+0.028	−0.253	−0.284	+0.026	−0.258	423.363	(2)
32	−0.004	+0.031	+0.027	+0.030	+0.025	+0.055	422.755	(2)

Digitized by Google

17. ζ *Ursae majoris* (Fortsetzung).

Nr. 218. Obj. ^{p}23.0. Versch. = ^{R}−0.086 = ^{mm}−0.022 = $^{\mu\mu}$−0.029.

61	+0.010	−0.010	0.000	0.000	+0.029	+0.029	438.425	(1)
61	+0.111	−0.010	+0.101	+0.139	+0.029	+0.168	438.564	(1)
63	−0.017	−0.013	−0.030	−0.042	+0.029	−0.013	439.533	(1)
65	−0.005	−0.016	−0.021	−0.030	+0.029	−0.001	440.498	(1)
72	+0.103	−0.024	+0.079	+0.118	+0.029	+0.147	444.417	(1)
77	+0.121	−0.030	+0.091	+0.143	+0.029	+0.172	446.856	(2)
79	+0.351	−0.031	+0.320	+0.512	+0.029	+0.541	448.168	(4)
88	+0.070	−0.046	+0.024	+0.041	+0.030	+0.071	455.061	(2)
51	−0.022	+0.003	−0.019	−0.024	+0.029	+0.005	432.627	(1)
48	−0.037	+0.009	−0.028	−0.035	+0.029	−0.006	430.834	(2)
47	−0.232	+0.010	−0.222	−0.275	+0.029	−0.246	430.049	(2) Breit.
45	+0.180	+0.012	+0.192	+0.234	+0.029	+0.263	429.727	(2)
45	−0.024	+0.012	−0.012	−0.014	+0.029	+0.015	429.479	(1)
44	+0.004	+0.013	+0.017	+0.020	+0.029	+0.049	429.073	(1)
44	−0.187	+0.013	−0.174	−0.210	+0.029	−0.181	428.843	(1)
40	+0.263	+0.020	+0.283	+0.331	+0.029	+0.360	427.211	(1) Breit.
39	−0.052	+0.021	−0.031	−0.036	+0.029	−0.007	426.077	(1)
34	−0.266	+0.028	−0.238	−0.266	+0.028	−0.238	423.383	(2)
32	−0.022	+0.031	+0.009	+0.010	+0.028	+0.038	422.738	(1) Breit, ganz unsicher.
30	−0.046	+0.034	−0.012	−0.013	+0.028	+0.015	421.589	(2)

18. η *Ursae majoris*.

Nr. 145. Obj. ^{p}23.5. Versch. = ^{R}−0.060 = ^{mm}−0.015 = $^{\mu\mu}$−0.020.

77	+0.384	−0.040	+0.344	+0.540	+0.020	+0.560	447.244	Ganz breit und verwaschen.

Nr. 185. Obj. ^{p}22.5. Versch. = ^{R}−0.072 = ^{mm}−0.018 = $^{\mu\mu}$−0.024.

77	+0.316	−0.016	+0.300	+0.471	+0.024	+0.495	447.179	Ganz breit und verwaschen.

19. α *Coronae*.

Nr. 243. Obj. ^{p}22.0. Versch. = ^{R}+0.094 = ^{mm}+0.023 = $^{\mu\mu}$+0.030.

79	+0.313	0.000	+0.313	+0.501	−0.031	+0.470	448.097	Sehr matt, verwaschen.

20. α *Lyrae*.

Nr. 35. Temp. ^{o}0.0. Versch. = ^{R}−0.004 = ^{mm}−0.001 = $^{\mu\mu}$−0.001.

56	−0.022	+0.002	−0.020	−0.026	+0.001	−0.025	435.198	(1)
61	−0.035	+0.005	−0.030	−0.041	+0.001	−0.040	438.356	(1)
61	+0.110	+0.005	+0.115	+0.159	+0.001	+0.160	438.556	(1) Kaum zu sehen.
63	−0.038	+0.007	−0.031	−0.043	+0.001	−0.042	439.504	(1)
65	−0.024	+0.008	−0.016	−0.023	+0.001	−0.022	440.477	(1)
71	+0.554	+0.013	+0.567	+0.839	+0.001	+0.840	444.373	(1)
77	+0.074	+0.016	+0.090	+0.141	+0.001	+0.142	446.826	(1) Kaum zu sehen.
79	+0.294	+0.017	+0.311	+0.498	+0.001	+0.499	448.126	(5) Scharf.
85	−0.028	+0.022	−0.006	−0.010	+0.001	−0.009	452.287	Kaum zu sehen.
87	−0.145	+0.023	−0.122	−0.207	+0.001	−0.206	453.403	(1)
88	−0.043	+0.025	−0.018	−0.031	+0.001	−0.030	454.960	(2)

Digitized by Google

20. *α Lyrae* (Fortsetzung).

Nr. 35.

51	—0.001	—0.002	—0.003	—0.004	+0.001	—0.003	432.619	Kaum zu sehen.?
48	0.000	—0.005	—0.005	—0.006	+0.001	—0.005	430.835	(1)
46	+0.081	—0.005	+0.076	+0.093	+0.001	+0.094	430.045	(1)
46	—0.192	—0.005	—0.197	—0.242	+0.001	—0.241	429.710	(1)
45	—0.004	—0.006	—0.010	—0.012	+0.001	—0.011	429.453	Kaum zu sehen.
45	—0.313	—0.006	—0.319	—0.389	+0.001	—0.388	429.076	(1)
41	+0.014	—0.010	+0.004	+0.005	+0.001	+0.006	427.223	(1)
34	—0.239	—0.015	—0.254	—0.285	+0.001	—0.284	423.337	(2)
32	+0.032	—0.016	+0.016	+0.018	+0.001	+0.019	422.719	(1)

Nr. 40. Temp. ^{0} 0.0. Versch. = ^{R} —0.018 = ^{mm} —0.005 = $^{\mu\mu}$ —0.007.

56	—0.010	+0.002	—0.008	—0.011	+0.007	—0.004	435.219	Kaum zu sehen.
61	—0.019	+0.005	—0.014	—0.019	+0.007	—0.012	438.384	Kaum zu sehen.
63	+0.484	+0.007	+0.491	+0.687	+0.007	+0.694	440.240	(1)
65	—0.017	+0.008	—0.009	—0.013	+0.007	—0.006	440.493	Kaum zu sehen.
71	+0.584	+0.013	+0.597	+0.884	+0.007	+0.891	444.424	(1)
77	+0.089	+0.016	+0.105	+0.165	+0.007	+0.172	446.856	Kaum zu sehen.
79	+0.295	+0.017	+0.312	+0.499	+0.007	+0.506	448.133	(4)
85	—0.041	+0.022	—0.019	—0.032	+0.007	—0.025	452.271	(1)
88	—0.024	+0.025	+0.001	+0.002	+0.007	+0.009	454.999	(2)

51	—0.003	—0.002	—0.005	—0.006	+0.007	+0.001	432.623	Kaum zu sehen.
48	—0.003	—0.005	—0.008	—0.010	+0.007	—0.003	430.837	(1)
46	+0.100	—0.005	+0.095	+0.117	+0.007	+0.124	430.075	(1) Kaum zu sehen.
45	—0.015	—0.006	—0.021	—0.026	+0.007	—0.019	429.445	Kaum zu sehen.
45	—0.318	—0.006	—0.324	—0.395	+0.007	—0.388	429.076	(1)
40	+0.335	—0.011	+0.324	+0.379	+0.007	+0.386	427.237	(1)
38	—0.001	—0.013	—0.014	—0.016	+0.007	—0.009	425.459	Kaum zu sehen.
34	—0.227	—0.015	—0.242	—0.271	+0.007	—0.264	423.357	(2)
32	+0.021	—0.016	+0.005	+0.005	+0.007	+0.012	422.712	Kaum zu sehen.
23	—0.247	—0.024	—0.271	—0.279	+0.007	—0.272	417.928	Kaum zu sehen.
21	+0.306	—0.027	+0.279	+0.279	+0.007	+0.286	417.407	—

Nr. 148. Obj. ^{p} 23.5. Versch. = ^{R} —0.078 = ^{mm} —0.020 = $^{\mu\mu}$ —0.026.

56	—0.030	—0.004	—0.034	—0.045	+0.026	—0.019	435.204	(1)
61	—0.030	—0.014	—0.044	—0.061	+0.026	—0.035	438.361	Kaum zu sehen.
63	—0.028	—0.018	—0.046	—0.064	+0.026	—0.038	439.508	Kaum zu sehen.
65	—0.006	—0.022	—0.028	—0.040	+0.026	—0.014	440.485	—
71	+0.597	—0.031	+0.566	+0.838	+0.026	+0.864	444.397	(1)
79	+0.360	—0.043	+0.317	+0.507	+0.027	+0.534	448.161	(5)
85	—0.105	—0.056	—0.161	—0.270	+0.027	—0.243	452.053	Kaum zu sehen.
85	+0.066	—0.056	+0.010	+0.017	+0.027	+0.044	452.340	Kaum zu sehen.
87	—0.072	—0.059	—0.131	—0.223	+0.028	—0.195	453.414	(1) Breit.
88	+0.051	—0.062	—0.011	—0.019	+0.028	+0.009	454.999	(2)
91	+0.084	—0.069	+0.015	+0.026	+0.028	+0.054	457.254	(1)

51	—0.074	+0.005	—0.069	—0.087	+0.026	—0.061	432.561	Kaum zu sehen.
48	—0.047	+0.011	—0.036	—0.045	+0.026	—0.019	430.821	(1)
46	+0.024	+0.015	+0.039	+0.048	+0.026	+0.074	430.025	(1)
34	—0.354	+0.039	—0.315	—0.353	+0.025	—0.328	423.293	(1)
32	—0.078	+0.043	—0.035	—0.039	+0.025	—0.014	422.686	Kaum zu sehen.?
22	—0.553	+0.063	—0.490	—0.500	+0.025	—0.475	417.332	(1)

Digitized by Google

Die Metalllinien im Sonnenspectrum.

Die zweite Aufgabe der vorliegenden Untersuchung, die Stoffe zu ermitteln, denen die in den Sternspectren gemessenen Linien entsprechen, habe ich nur sehr unvollkommen lösen können, da erst von einer geringen Anzahl der chemischen Elemente die Spectra mit genügender Genauigkeit bekannt sind. Bei den früheren Wellenlängenbestimmungen der Metalllinien durch Ångström, Kirchhoff, Huggins, Thalén, Lockyer, Liveing und Dewar, Cornu u. a. hat man sich mit einer Genauigkeit begnügt, welche im allgemeinen das Zehntel der $\mu\mu$ noch unsicher lässt, und deshalb bleibt bei einer Vergleichung mit dem Sonnenspectrum eine sichere Identificirung ausgeschlossen.

An genügend genauen Bestimmungen liegen z. Z. nur folgende vor.

Das Spectrum des Eisens von Thalén, ferner von folgenden Metallen durch die bereits publicirten Messungen von Kayser und Runge: Lithium, Natrium, Kalium, Rubidium, Caesium, Magnesium, Calcium, Zink, Strontium, Cadmium, Barium und Quecksilber. Auf eine Anfrage hin hatten die Herren Kayser und Runge die Güte, mir die noch unpublicirten Wellenlängen der Linien folgender Metalle zur Verfügung zu stellen: Blei, Zinn, Antimon, Mangan, Beryllium, Palladium, Platin, Nickel, Chrom, Wismuth und Osmium.

Die Spectra von Mangan, Nickel, Chrom und Wismuth sind aber noch unrein, d. h. es ist nicht mit Sicherheit anzunehmen, dass die schwächeren Linien dieser Spectra auch wirklich dem betreffenden Metalle angehören.

Eine Anfrage bei Herrn Rowland ist unbeantwortet geblieben, und ich habe deshalb von den Messungen desselben nur die im 12. Bande der Zeitschrift Astronomy and Astrophysics erschienene Auswahl von Metalllinien benutzen können.

Die Frage, ob Metalllinien, welche mit Linien des Sonnenspectrums zusammenfallen, auch wirklich mit diesen identisch sind, welche Metalle man hiernach als wirklich auf der Sonne vorhanden annehmen soll, ist sehr schwer zu beantworten. Die Herren Kayser und Runge haben z. B. eine Identität nur dann angenommen, wenn auch die relativen Intensitäten der betreffenden Linien in Sonnen- und Metallspectrum übereinstimmen; sie haben das Vorhandensein gewisser Metalle auf der Sonne verneint, auch wenn einzelne Linien ihrer Position nach übereinstimmten. Dieses Verfahren hat nur dann seine Berechtigung, wenn man weiss, dass die beiden zu vergleichenden Spectra bei denselben Temperaturen erhalten sind; ich bin aber gerade im Laufe der vorliegenden Untersuchungen zu der Ueberzeugung gekommen, dass man weniger Werth auf die relativen Intensitäten legen sollte. Ich werde weiter unten vielfach Gelegenheit haben, darauf hinzuweisen, mit wie verschiedenen relativen Intensitäten z. B. die Eisenlinien in den einzelnen Sternspectren auftreten, wie häufig der Fall vorkommt, dass einige der stärksten Eisenlinien in Sternspectren fehlen, die zahlreiche schwächere Linien des Eisens enthalten. Ferner werde ich zeigen, dass der Wechsel der relativen Intensitäten im Magnesiumspectrum bei verschiedenen Temperaturen ein Mittel gewährt, die Temperatur auf den Sternen zu bestimmen, und ich bin aus diesen Erfahrungen zu der Ueberzeugung gelangt, dass, so lange nicht besondere Untersuchungen über das Verhalten der einzelnen Metallspectra bei verschiedenen, stark variirten Temperaturen vorliegen, man besser thut, bei derartigen Identificirungen die relativen Intensitäten der Linien ganz ausser Acht zu lassen. Man setzt sich allerdings hierbei der Gefahr aus, eine grosse Menge unrichtiger Identificirungen vorzunehmen, da die Linien im Sonnenspectrum so gedrängt stehen, dass bei Zulassung eines gewissen Spielraumes beinahe für jede Metalllinie eine Coïncidenz im Sonnenspectrum aufzufinden ist. Sobald man sich aber dieses Fehlers bewusst ist, hört er eigentlich auf, ein Fehler zu sein; man nützt eben ein unzureichendes Material nach

Digitized by Google

Möglichkeit aus, während man im anderen Falle einen gewissen Theil desselben auf Grund einer nicht berechtigten Strenge verwirft. Ich habe die Ueberzeugung gewonnen, dass auch, wenn einmal die Linien sämmtlicher bekannten Elemente mit voller Schärfe gemessen sein werden, noch eine beträchtliche Unsicherheit über das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines bestimmten Elements in der Sonne bestehen bleiben wird.

Die sämmtlichen Linien der oben erwähnten Metalle, sowie diejenigen des Rowland'schen Verzeichnisses habe ich nun mit dem Sonnenspectrum verglichen und eine Coïncidenz angenommen, wenn diese Metalllinien innerhalb der Grenzen von $\pm 0.020\ \mu\mu$ mit Sonnenlinien zusammenfallen, und so den folgenden Catalog von Metalllinien im Sonnenspectrum zusammengestellt. Ich möchte noch einmal betonen, dass ich weder behaupte, dass diese Coïncidenzen alle reell seien, noch dass die hier vorkommenden Metalle auch wirklich alle im Sonnenspectrum vertreten sind; in besonderem Masse gilt dies für die Metalle, deren Spectra oben als unrein bezeichnet wurden.

Als sichere Identificirungen betrachte ich demnach diejenigen des Eisens, Magnesiums, Calciums, Bariums, als recht sicher noch diejenigen von Strontium, Rubidium, Caesium, Cadmium, Zink, Beryllium und Quecksilber; sehr zweifelhaft bleiben Lithium, die schwachen Linien des Natriums, Kalium. Ganz zweifellos sind unter den Linien des Sonnenspectrums auch die der sehr linienreichen Metalle Mangan, Nickel und Chrom vertreten; die Einzelidentificirungen sind aber sehr unsicher.

Das Verzeichniss enthält in der ersten Columne die Wellenlängen nach dem Potsdamer Catalog zwischen den hier in Frage tretenden Grenzen von 400 $\mu\mu$ bis 486 $\mu\mu$, in der zweiten die daselbst gegebenen Intensitäten. Die dritte Columne deutet die Identificirungen mit dem Eisenspectrum nach Thalén an, die vierte diejenigen mit den bereits publicirten Kayser und Runge'schen Metalllinien, die fünfte mit den noch unpublicirten der genannten Herren, die sechste endlich diejenigen mit dem Rowland'schen Verzeichnisse.

Verzeichniss von Linien des Sonnenspectrums, welche mit Metalllinien zusammenfallen.

W. L.	I.	Thalén	K_1 u. R_1	K_2 u. R_2	Rowl.	W. L.	I.	Thalén	K_1 u. R_1	K_2 u. R_2	Rowl.
400.151	6			Mn		401.422	6	Fe			
400.205	6	Fe		Be		401.493	6	Fe			
400.245	4			Mn, Ni		401.600	5			Mn	
400.291	4			Mn		401.683	5			Mn	
400.332	5			Mn		401.753	7	Fe			
400.416	5				Ce, Fe, Ti	401.854	7	Fe		Ni	
400.530	7	Fe			Fe	401.945	4			Ni	
400.611	5			Be		402.170	1			Mn	
400.667	6	Fe				402.203	4			Mn, Ni	
400.709	7			Mn		402.227	6	Fe			
400.768	6	Fe				402.378	5			Mn, Ni	
400.836	5			Mn		402.447	5			Mn, Be	
400.931	6			Mn		402.505	6	Fe			
400.958	4			Mn		402.623	5			Mn	
401.008	7	Fe		Ni		402.655	4			Mn, Be	
401.058	4			Mn		402.689	5			Be	
401.100	5			Mn		402.746	5			Mn	
401.181	5			Mn		402.778	1			Ni	
401.215	5			Mn		402.874	6			Mn, Ni	
401.278	6			Mn, Ni		403.059	5		Sr		
401.404	6			Ni		403.089	5			Mn	Mn

Digitized by Google

W. L.	I.	Thalén	K_1 u. R_1	K_2 u. R_2	Rowl.	W. L.	I.	Thalén	K_1 u. R_1	K_2 u. R_2	Rowl.
403.117	9	Fe				407.542	4			Mn	
403.213	6			Mn		407.693	7	Fe			
403.238	6	Fe	Sr			407.797	9		Sr, Hg		Sr
403.297	6	Fe				407.865	7	Fe			
403.347	9	Fe				407.954	7		Ba	Mn	
403.402	4			Mn		408.009	6	Fe			
403.486	9	Fe				408.047	6	Fe			
403.562	3			Ni		408.319	6			Mn	
403.605	9			Mn, Ni		408.390	8			Mn	Mn, Fe
403.676	4			Mn, Ni		408.475	7	Fe			
403.756	4			Mn		408.527	6	Fe	Ba		
403.808	3			Ni		408.553	6	Fe			
403.915	5			Ni		408.735	6	Fe			
403.951	4			Mn		408.800	3		¡Ba		
404.042	5	Fe				408.882	5				Fe
404.170	8	Fe				409.028	6			Mn	
404.203	4			Os		409.260	7			Mn, Ni	
404.332	3			Mn		409.286	7		Ca		
404.427	7	Fe	K?	Ni, Os		409.519	6		Ca		
404.494	7	Fe				409.561	4			Mn	
404.556	6			Ni		409.629	7	Fe			
404.618	10	Fe				409.841	6	Fe			
404.681	4		Hg	Mn		409.880	6		Ca		
404.876	1			Mn		410.100	6	Fe			
404.912	7	Fe				410.200	9				H
404.972	5			Mn		410.323	6			Mn	Si, Mn
405.105	5			Mn, Os		410.440	6	Fe			
405.277	6	Fe				410.542	6			Mn	
405.518	6	Fe				410.663	6	Fe			
405.538	3			Mn		410.776	7	Fe			Fe
405.587	6			Mn	Mn	411.009	7	Fe			
405.777	7	Fe				411.082	6			Ni	
405.822	3		Zn	Mn, Ni		411.120	5			Mn	
405.854	6	Fe	Mg			411.324	6	Fe			
405.916	6	Fe				411.474	6	Fe			Fe
405.968	5			Mn		411.623	5			Ni	
406.003	5	Fe				411.883	7	Fe			
406.201	5			Mn		411.910	7			Ni	
406.226	5			Pb?		412.049	6	Fe			
406.273	6	Fe			Fe	412.159	7			Ni	Co, Cr
406.388	9	Fe			Fe	412.207	6	Fe			Fe, Cr
406.471	5			Ni		412.285	6	Fe		Mn	
406.533	5			Mn		412.353	4			Mn	
406.638	5			Mn		412.378	3			Mn	
406.661	5			Ni		412.404	5	Fe			
406.721	6	Fe				412.645	6	Fe			
406.753	6	Fe				412.795	6	Fe			
406.821	6	Fe				413.094	4		Ba	Bi	
406.878	5			Ni		413.141	4			Mn	
406.913	5			Ni		413.231	9	Fe	Li		
407.050	5	Fe		Mn		413.279	5		Ba		
407.191	9	Fe			Fe	413.317	6	Fe			
407.403	6	Fe			Fe	413.412	6	Fe			
407.502	7	Fe		Ni		413.492	8	Fe			

Digitized by Google

W. L.	I.	Thalén	K_1 u. R_1	K_2 u. R_2	Rowl.	W. L.	I.	Thalén	K_1 u. R_1	K_2 u. R_2	Rowl.
413.531	3			Mn		420.421	7	Fe			
413.725	6	Fe				420.573	6	Fe			
413.763	5			Mn		420.690	7	Fe			
414.020	6	Fe				420.738	5	Fe			
414.139	3			Mn		420.883	6	Fe			
414.211	6	Fe				421.059	8	Fe			
414.371	7	Fe				421.385	6	Fe			
414.414	9	Fe				421.574	9		Ru?, Sr		**Fe, Sr**
414.632	5	Fe				421.645	6	Fe			
414.793	7	Fe				421.780	6	Fe			
414.909	3			Mn		421.959	8	Fe		Ni	
414.956	7	Fe				422.059	5	Fe			
415.056	6	Fe				422.174	5			Ni	
415.236	8	Fe				422.245	7	Fe			**Fe**
415.415	7	Fe				422.443	5	Fe			
415.474	6	Fe				422.476	5	Fe			
415.505	6	Fe				422.569	6	Fe			
415.576	3			Mn		422.625	5	Fe			
415.702	7	Fe				422.665	6	Fe			
415.748	4			Mn?		422.700	10		Ca		**Ca**
415.803	7	Fe			Fe	422.767	7	Fe			
415.904	7	Fe				422.972	5	Fe			
416.175	6	Fe				423.129	6			Ni	
416.208	3		Sr			423.387	7	Fe			
416.388	6	Fe				423.550	6			Ni	
416.571	6	Fe				423.621	9	Fe			
416.638	4		Ba			423.655	4			Ni	
416.816	6	Fe				423.745	7	Fe			
416.920	5	Fe				423.832	6	Fe			
417.121	8	Fe				423.910	7	Fe			
417.226	6	Fe				424.011	7	Fe	Ba?	Ni	
417.288	8	Fe				424.068	6		Ca		
417.366	7	Fe				424.141	5	Fe			
417.420	6	Fe				424.265	5		Ba		
417.510	6	Fe				424.298	5	Fe			
417.585	6	Fe				424.367	7	Fe			
417.680	6	Fe		Mn		424.413	4	Fe			
417.807	7	Fe				424.559	7	Fe			
417.957	7		Ba			424.636	6	Fe			
418.200	8	Fe				424.772	8	Fe			
418.258	6	Fe				424.860	6	Fe			
418.512	7	Fe			Fe	425.045	8	Fe			**Fe**
418.731	8	Fe				425.113	9	Fe			**Fe**
418.802	9	Fe				425.422	5	Fe		Bi	
419.165	7	Fe				425.468	9			Ni	**Cr**
419.561	5			Ni		425.528	5	Fe			
419.584	5	Fe				425.592	5	Fe			
419.646	5	Fe				425.860	5	Fe			
419.735	5				C??	425.900	5	Fe			
419.846	9	Fe				425.940	3			Mn	
419.933	7	Fe			Zr, Fe	426.084	9	Fe			**Fe**
420.098	6	Fe				426.159	5			Mn	
420.195	5		Ru?	Mn, Ni		426.431	1		Ba		
420.227	9	Fe			Fe	426.463	5	Fe			

Digitized by Google

W. L.	I.	Thalén	K_1 u. R_1	K_2 u. R_2	Rowl.	W. L.	I.	Thalén	K_1 u. R_1	K_2 u. R_2	Rowl.
426.565	5	Fe				431.098	4	Fe			
426.735	5	Fe				431.264	6			Mn	
426.814	6	Fe			Fe	431.462	7			Mn	
426.912	5	Fe		Ni		431.556	8	Fe			
427.154	8	Fe				431.913	7		Sr		
427.217	9	Fe			Fe	432.049	1			Mn	
427.330	3		Li?			432.123	5	Fe			
427.425	6	Fe				432.220	4	Fe			
427.503	5			Cr	Cr	432.296	1		Ba		
427.591	6	Fe				432.347	4			Mn	
427.710	4	Fe				432.543	7		Ba		
427.770	4			Mn		432.622	10	Fe		Mn	Fe
427.802	5	Fe				432.676	3		Sr	Mn	
427.866	5	Fe		Mn		432.720	5	Fe			
427.950	3			Mn		432.751	6	Fe			
427.994	4	Fe				432.811	1			Mn	
428.020	5	Fe				432.834	7	Fe			
428.087	5	Fe				432.867	3			Mn?	
428.142	5			Mn		432.902	3			Mn?	
428.287	5	Fe		Mn		432.975	5			Mn	
428.322	3		Ca, Ba		Ca	433.115	4			Ni	
428.467	5			Ni		433.144	4	Fe			
428.546	5			Ni		433.158	3			Ni	
428.592	6	Fe				433.272	1	Fe			
428.699	5	Fe				433.297	4		Ba		
428.744	5	Fe		Mn		433.622	3			Mn	
428.842	5			Ni?		433.735	6	Fe			
428.863	5	Fe				433.784	5		Sr		
428.954	4	Fe	Ca		Ca	433.821	5	Fe			
428.987	5				Cr	433.943	1		Hg		
429.024	6			Mn		433.972	5			Ni	
429.049	1			Ni		434.158	5			Ni	
429.077	5	Fe				434.349	5	Fe			Cr, Fe
429.145	6	Fe	Ba			434.396	4	Fe			
429.202	5	Fe				434.479	5	Fe			
429.261	6	Fe				434.655	3			Mn	
429.284	1		Zn			434.688	4	Fe			
429.464	6	Fe				434.752	4		Hg		
429.633	4			Ni?		434.818	5	Fe			
429.718	5			Ni		434.930	5	Fe			
429.858	5	Fe	Zn	Ni		435.052	3		Ba		
429.926	6		Ca		Ca	435.166	1	Fe			
429.977	6	Fe				435.223	7			Mg	
430.014	1			Mn		435.312	6	Fe			Fe
430.060	5			Mn		435.546	5		Ca		
430.275	5	Fe	Ca		Ca	435.609	4			Ni	
430.505	5	Fe				435.637	4			Cr	
430.571	6	Fe	Sr		Sr	435.671	4			Mn	
430.591	6			Mn		435.701	4			Cr	
430.783	3			Ni		435.772	3			Cr	
430.816	8		Ca		Ca	435.854	4		Hg		
430.840	8	Fe	Sr	Bi		435.891	6	Fe		Cr	
430.886	6			Mn, Bi		435.974	1		Ba	Mn, Cr	
431.020	5	Fe				436.001	7			Mn, Cr	Ni, Cr, Zr

Digitized by Google

W. L.	I.	Thalén	K_1 u. R_1	K_2 u. R_2	Rowl.	W. L.	I.	Thalén	K_1 u. R_1	K_2 u. R_2	Rowl.
436.121	5	Fe		Cr		440.000	6			Cr, Ni	
436.173	4		Sr			440.069	6			Cr	
436.321	3	Fe		Cr		440.120	4			Ni	
436.456	6			Cr		440.168	6	Fe		Ni	
436.509	3			Cr		440.257	1		Ba		
436.634	5	Fe		Cr		440.370	4			Cr	
436.805	7	Fe				440.499	8	Fe			Fe
436.836	5	Fe		Cr		440.630	3			Cr	
436.870	3			Ni		440.681	6			Cr	
436.907	4			Mn		440.716	1		Ba		
436.988	4			Cr		440.785	6	Fe		Cr	Va, Fe
437.022	6	Fe		Ni	Fe	440.837	4			Cr, Mn	
437.145	6			Cr		440.864	6	Fe		Cr	
437.323	5	Fe		Cr		440.965	4			Cr	
437.375	4			Cr		441.067	4			Mn, Ni, Cr	
437.401	5	Fe				441.121	5			Cr	
437.430	3			Cr		441.203	4			Mn	
437.492	6	Fe				441.235	4			Cr	
437.534	6			Mn?, Cr		441.393	1		Ba	Cr	
437.638	6	Fe			Fe	441.456	3			Cr	
437.676	1			Cr		441.510	8	Fe		Mn	
437.723	4	Fe		Mn		441.559	6				Fe
437.769	5	Fe		Cr		441.687	5			Cr	
437.934	4			Cr		441.734	4			Cr	
437.997	1			Cr		441.779	6			Ni	
438.085	3			Ni, Cr		441.911	1			Cr	
438.118	5			Cr		441.982	1			Mn	
438.293	3			Mn, Cr		442.170	3			Cr	
438.316	6			Mn		442.269	6	Fe		Cr	
438.375	5			Cr		442.332	5	Fe		Ni, Cr	
438.396	8	Fe			Fe	442.398	5	Fe		Cr	
438.463	4			Ni, Cr		442.563	7		Ca		Ca
438.512	6	Fe		Cr		442.670	4			Cr	
438.576	6	Fe				442.746	7	Fe			
438.691	1			Ni		442.809	3			Cr	
438.724	5			Cr		442.881	5			Cr	
438.743	5			Cr		443.030	6	Fe		Cr	
438.829	5	Fe		Mn		443.089	6	Fe			
438.880	6	Fe				443.207	4		Ba		
438.961	5	Fe				443.242	4			Cr	
439.001	4			Mn, Ni		443.286	5	Fe		Cr	
439.088	5	Fe				443.353	6	Fe		Cr	
439.134	6	Fe		Cr	Ti, Fe	443.411	5	Fe		Mn, Cr	
439.208	5			Cr		443.472	4			Cr	
439.247	4			Cr		443.533	8		Ca		Ca
439.292	4	Fe				443.599	6		Ca		Ca
439.382	4			Cr		443.662	5			Mn	
439.440	5			Cr		443.729	5	Fe		Ni	
439.509	3			Cr		443.803	4		Sr	Cr, Ni	
439.533	7	Fe		Cr		443.869	4	Fe		Cr	
439.558	5			Cr		444.022	4	Fe		Mn	
439.727	4			Ni		444.076	4	Fe		Ni	
439.758	4			Cr		444.132	4	Fe			
439.895	4			Ni		444.207	5			Cr	

Digitized by Google

W. L.	I.	Thalén	K_1 u. R_1	K_2 u. R_2	Rowl.
444.270	6	Fe		Cr	
444.357	5	Fe			
444.455	4			Cr	
444.494	4			Mn, Cr	
444.585	4	Fe			
444.721	5	Fe			
444.751	5			Mn	
444.812	6	Fe			Fe
444.951	5			Mn	
445.005	1			Cr	
445.081	6	Fe			
445.196	5			Mn	
445.335	5			Mn	
445.371	4	Fe		Cr	
445.476	5	Fe			
445.516	6		Ca	Mn	Ca
445.569	5			Mn, Cr	
445.624	6		Ca		Ca
445.669	4	Fe			
445.699	5		Ca		Ca
445.741	4			Mn	
445.787	6			Mn	
445.853	5			Mn, Cr	
445.894	4			Ni	
445.945	6	Fe		Cr	
446.066	5			Mn, Cr	
446.149	5			Mn, Cr	
446.198	5	Fe			
446.237	5			Mn, Cr	
446.278	4			Cr	
446.375	4			Ni, Cr	
446.477	5			Mn, Cr	
446.508	5			Cr	
446.556	3			Cr	
446.650	3			Cr	
446.684	6	Fe			
446.724	5		Ba	Ni	
446.773	1			Cr	
446.819	3			Cr	
446.964	6	Fe			
446.998	1			Ni, Cr	
447.036	4			Mn	
447.073	5			Ni, Cr	
447.305	6			Mn, Cr	
447.397	1			Cr	
447.552	3			Cr	
447.627	6	Fe		Cr	
447.726	1			Cr	
447.769	1			Cr	
447.812	3			Cr	
447.952	1			Mn	
447.891	5	Fe			
448.030	5	Fe		Cr	
448.090	3		Sr	Ni	

W. L.	I.	Thalén	K_1 u. R_1	K_2 u. R_2	Rowl.
448.141*)	5				
448.177	4	Fe		Cr	
448.237	7	Fe		Cr	
448.299	5	Fe		Cr	
448.447	5	Fe			
448.539	1			Cr	
448.592	5	Fe			
448.847	5	Fe			
448.914	3			Cr	
448.937	5	Fe	Ba		
448.995	5	Fe			
449.035	5	Fe		Mn	
449.102	5	Fe			
449.163	5			Mn	
449.250	4			Cr	
449.290	4	Fe		Bi	
449.373	4		Ba		
449.425	4		Na?	Cr	
449.477	6	Fe			Fe
449.569	4			Cr	
449.670	1			Mn	
449.713	5	Fe		Cr	Zr, Cr
449.908	5			Mn, Cr	Mn
449.935	4	Fe		Cr	
449.991	1		Na?		
450.051	4			Cr	
450.150	6				Ti
450.199	3			Ni, Cr	
450.248	4			Mn	
450.286	3	Fe			
450.345	1			Ni, Cr	
450.400	3			Mn	
450.507	5	Fe		Cr	
450.559	1			Cr	
450.598	1		Ba		
450.701	3			Cr	
450.751	3	Fe			
450.805	3		Ca	Cr	
450.853	5	Fe			Ti?
450.903	3			Cr	
450.998	4	Fe	Ca		
451.218	4			Cr	
451.250	3		Ca?		
451.301	5			Mn	
451.460	5	Fe		Cr	
451.563	5	Fe		Cr	
451.611	1			Cr	
451.698	3			Cr	
451.783	5	Fe			
451.829	4			Cr	
451.867	3	Fe			
451.895	1			Cr	
451.991	1			Cr	
452.050	5	Fe			

*) Mg (Liveing und Dewar, Scheiner).

Digitized by Google

W. L.	I.	Thalén	K_1 u. R_1	K_2 u. R_2	Rowl.
452.146	3			Cr	
452.221	3			Cr	
452.269	6	Fe			
452.365	4	Fe	Ba	Mn	
452.417	1			Mn, Cr	
452.497	1			Sn, Cr	
452.542	5	Fe	Ba	Cr	
452.618	3			Cr	
452.675	6	Fe		Cr	
452.721	5		Ca		
452.763	5			Cr	
452.894	7	Fe			
452.986	5	Fe		Mn, Cr	
453.103	5			Cr	
453.140	5	Fe	Sr	Cr	
453.193	4	Fe		Cr	
453.243	1			Cr	
453.347	5	Fe			
453.429	5			Ni	
453.508	4			Ni	
453.546	4			Cr	
453.590	6			Cr	
453.681	3			Cr	
453.751	1			Cr	
453.835	1			Cr	
453.907	4	Fe			
454.090	5			Cr	
454.132	1			Cr	
454.183	4			Cr	
454.280	4	Fe	Na?	Cr	
454.495	5	Fe		Cr	
454.728	5	Fe		Ni, Cr	
454.758	1			Ni	
454.816	5	Fe			
454.908	4			Cr	
454.990	6	Fe			
455.107	4	Fe		Mn, Cr	
455.156	3			Ni	
455.281	5	Fe			
455.434	6		Ba		Ba
455.485	3			Cr	
455.531	4		Cs?	Cr	
455.633	5	Fe		Cr	
455.836	3	Fe		Cr	
455.896	4			Cr	
456.038	4	Fe			
456.171	3	Fe		Cr	
456.344	3			Cr	
456.407	5				Ti
456.504	4	Fe		Cr	
456.587	6	Fe		Cr, Mn, Ni	
456.682	5	Fe		Cr	
456.720	5	Fe		Cr	
456.910	5	Fe			
456.989	4			Cr	
457.072	1			Cr	
457.142	6		Mg	Mn, Cr	Mg
457.171	1			Cr	
457.200	3	Fe			
457.231	7			Cr	Ti
457.316	4	Fe			
457.407	1		Ba	Ni	
457.452	4			Cr	
457.507	5	Fe			
457.543	1			Mn, Cr	
457.579	3			Cr	
457.609	3			Cr	
457.749	4			Mn	
457.890	5		Ca		Ti, Ca
457.967	3		Ba		
458.005	1			Cr	
458.038	5	Fe			
458.087	5	Fe		Ni	
458.182	8	Fe	Ca?	Mn	
458.267	3			Cr	
458.317	5			Mn	
458.417	6	Fe		Cr	
458.511	5	Fe		Mn, Cr	
458.622	6		Ca		
458.745	5	Fe		Cr	
458.804	3			Cr	
458.856	5			Cr	Cr?
458.904	3			Cr	
459.031	5				Ti?
459.110	4	Fe			
459.178	6		Ba		
459.240	4			Cr	
459.295	7	Fe			
459.348	1		Cs		
459.382	4			Cr	
459.447	4			Cr	
459.525	3			Cr	
459.571	5	Fe		Mn, Cr	
459.638	5	Fe		Cr	
459.725	4			Cr	
459.765	4			Cr	
459.848	5	Fe		Cr	
459.957	1			Cr	
460.017	4		Ba	Cr	
460.111	5			Cr	
460.135	3	Fe			
460.235	5	Fe	Li?		Fe
460.330	6	Fe			
460.463	1			Cr	
460.490	4	Fe			
460.534	5		Ba?	Mn	
460.591	4			Cr	
460.659	4		Cr		

Digitized by Google

W. L.	I.	Thalén	K_1 u. R_1	K_2 u. R_2	Rowl.	W. L.	I.	Thalén	K_1 u. R_1	K_2 u. R_2	Rowl.
460.767	4		Sr		Sr	464.922	1			Cr	
460.802	5	Fe				464.976	4			Cr	
460.904	1			Cr		465.002	3			Mn	
461.023	3			Cr		465.030	3	Fe			
461.160	6	Fe			Fe	465.155	5	Fe		Cr	
461.201	1			Cr		465.244	5			Cr	
461.363	6	Fe		Cr		465.364	3			Cr	
461.427	4			Cr		465.437	1			Cr	
461.453	4	Fe		Cr		465.482	7	Fe		Cr	
461.494	1			Cr		465.637	4			Cr	
461.592	4	Fe				465.718	3			Cr	
461.649	5			Cr		465.741	4			Cr	
461.697	4			Cr		465.782	4	Fe			
461.763	5			Cr		465.852	3	Fe			
461.914	6	Fe		Cr		465.903	1			Mn	
461.966	5	Fe		Mn, Cr		465.965	1			Cr	
461.995	3		Ba?			466.016	1			Cr	
462.227	5			Cr		466.171	4	Fe			
462.279	4			Cr		466.216	4	Fe		Mn, Cr	
462.311	1			Cr		466.268	1		Cd		
462.482	1		Ca	Cr		466.349	5	Fe		Cr	
462.540	6	Fe		Mn, Cr		466.396	5			Cr	
462.621	1			Cr		466.496	5			Cr	
462.652	6			Mn, Cr		466.537	1		Na?		
462.689	3			Cr		466.608	5	Fe		Cr	
462.779	4	Fe				466.633	5			Cr	
462.850	3		Ba			466.679	4	Fe		Cr	
462.877	1			Cr		466.782	1			Mn, Ni	
462.968	6				Co, Ti	466.820	5	Fe			Fe
463.045	5	Fe		Cr		466.928	5	Fe	Na?		
463.244	3			Cr		467.015	4			Cr	
463.322	6	Fe				467.177	1			Mn	
463.409	4	Fe				467.326	5	Fe		Cr	
463.442	4			Cr		467.475	4			Cr	
463.504	4	Fe		Cr		467.518	4			Cr	
463.564	3			Cr		467.566	3			Cr	
463.619	4	Fe				467.771	3			Cr	
463.665	3		Ba			467.828	5		Cd?, Sr		
463.749	3			Cr		467.898	5	Fe			
463.783	6	Fe		Cr	Fe	467.937	4			Mn	
463.832	5	Fe			Fe	468.032	5		Zn	Cr	Zn
463.966	4			Cr		468.063	5	Fe		Cr	
463.994	4			Cr		468.106	4			Cr	
464.121	1	Fe				468.160	4	Fe			
464.241	1		Ba	Mn		468.208	5			Cr	
464.376	5	Fe			Fe	468.246	5	Fe			
464.414	1			Cr		468.276	4			Cr	
464.473	3			Cr		468.376	5	Fe			Fe
464.579	1			Cr		468.479	3	Fe		Cr	
464.647	5			Cr		468.545	4		Ca		
464.696	4			Cr		468.642	5			Ni	Ni
464.770	5	Fe		Ni		468.756	4	Fe		Cr	
464.825	4			Cr		468.839	4	Fe			
464.894	5			Ni	Ni	468.964	5	Fe		Cr	

Digitized by Google

W. L.	I.	Thalén	K_1 u. R_1	K_2 u. R_2	Rowl.	W. L.	I.	Thalén	K_1 u. R_1	K_2 u. R_2	Rowl.
469.037	5	Fe		Cr		473.805	4	Fe			
469.068	1			Cr		474.069	5	Fe			
469.167	6	Fe	Ba		Ti, Fe	474.184	5	Fe			
469.291	4			Cr		474.475	5	Fe			
469.425	4			Cr		474.554	1		Sr	Cr	
469.541	4	Fe		Cr		474.616	5	Fe			
469.656	3			Cr		474.845	5	Fe	Na?		
469.732	4			Cr		475.029	4	Fe			
469.771	3			Cr		475.147	4	Fe		Cr	
469.878	6	Fe		Cr		475.205	1		Na?		
469.904	6			Cr		475.277	5	Fe			
469.967	5			Cr		475.319	1			Cr	
470.048	5	Fe	Ba			475.440	6			Mn	Mn
470.092	1			Cr		475.605	4	Fe			
470.136	5			Mn		475.645	4	Fe		Ni, Cr	
470.179	5			Cr		475.738	1			Cr	
470.220	1			Cr		475.791	4	Fe		Cr	
470.331	7		Mg	Cr	Mg	476.021	1	Fe		Cr	
470.417	4			Cr	Ni	476.145	3			Mn, Cr	
470.530	5	Fe		Cr		476.184	5			Cr	
470.583	4	Fe				476.273	6			Mn, Ni	
470.628	1			Cr		476.426	5			Cr, Ni	
470.694	3			Cr		476.480	4			Cr	
470.769	6	Fe				476.582	5	Fe		Mn	
470.838	5			Cr		476.674	5	Fe		Mn, Cr	
470.941	5	Fe				476.718	4	Fe			
471.062	5	Fe		Cr		476.825	1			Cr	
471.183	4	Fe		Cr		476.870	5	Fe			
471.246	4	Fe				477.195	5	Fe			
471.302	3			Mn		477.317	5	Fe			
471.480	6	Fe		Ni	Ni	477.427	1			Mn	
471.518	1			Cr		477.488	1			Cr	
471.615	5			Cr		477.553	1			Cr	
471.800	4	Fe		Cr		477.673	5	Fe			
471.879	5			Cr		477.926	1			Mn	
472.137	5	Fe		Cr		477.980	4	Fe			
472.254	5		Zn, Sr	Cr, Bi	Zn	478.116	1	Fe			
472.300	4			Cr		478.336	3			Cr	
472.347	4			Cr		478.377	6			Mn	Mn
472.478	4		Ba	Cr		478.430	4		Sr		
472.645	4	Fe	Ba			478.617	3	Fe			
472.748	3			Cr		478.698	6	Fe			
472.778	6			Mn	Mn, Fe	478.818	4	Fe			
472.890	5	Fe		Mn		478.910	5	Fe			
472.941	5	Fe				478.971	5			Cr	
473.002	4	Fe	Sr			479.002	5	Fe			
473.040	4		Mg	Mn		479.064	1			Cr	
473.078	1			Cr		479.151	4	Fe			
473.181	5	Fe				479.278	5			Cr	
473.217	4			Mn		479.321	4	Fe			
473.390	5	Fe				479.473	3	Fe			
473.438	4	Fe				479.652	3			Cr	
473.616	5	Fe				479.858	4	Fe		Cr	
473.711	6	Fe				479.896	4	Fe			

Digitized by Google

W. L.	I.	Thalén	K_1 u. R_1	K_2 u. R_2	Rowl.	W. L.	I.	Thalén	K_1 u. R_1	K_2 u. R_2	Rowl.
480.008	5		Cd		Cd?	483.152	5			Ni	
480.085	5	Fe				483.276	1			Ni	
480.126	5			Cr		483.317	5	Fe			
480.312	5	Fe				483.372	1		Ca		
480.489	3	Fe				483.496	4	Fe			
480.543	6				Ti	483.631	4	Fe		Cr	
480.734	5		Ca			483.850	2			Mn, Cr	
480.849	3	Fe				483.897	5	Fe			
480.898	5	Fe				484.023	1	Fe			
481.081	5	Fe	Zn		Zn	484.062	5	Fe		Ni	
481.167	2	Fe				484.212	4	Fe			
481.216	3		Sr			484.348	5	Fe			
481.368	4	Fe				484.435	4	Fe		Mn	
481.546	3			Mn		484.567	2	Fe			
481.615	3			Cr		484.695	3		Ca?		
481.683	1	Fe				484.877	5	Fe			
481.818	5	Fe				484.947	4	Fe			
481.956	3			Mn		485.193	4	Fe			
482.290	3		Ca	Mn		485.413	3			Ni	
482.380	5			Mn	Mn	485.511	4	Fe		Mn	
482.441	5			Cr	Fe?	485.555	5	Fe		Cr, Ni	
482.483	1	Fe				485.764	4	Fe			
482.566	4			Mn		486.001	6	Fe			Fe
482.713	2			Mn		486.160	10				H
482.926	5			Ni		486.217	3	Fe			
482.961	5			Cr		486.296	3	Fe			

Digitized by Google

Charakteristik der einzelnen Spectra, Cataloge der definitiven Wellenlängen.

1. Die Spectra der ersten Spectralclasse.

1. Classe Ia.

Der Typus Ia ist charakterisirt durch das spectrale Ueberwiegen des Wasserstoffs, dessen Linien breit und stark verwaschen erscheinen und fast ohne Ausnahme von keiner Linie eines anderen Elementes an Intensität erreicht werden. Man hat sich bisher mit dieser allgemeinen Erkenntniss begnügen müssen, indem durch die directen Beobachtungen nur in ganz extremen Fällen über die verschiedene Breite der Wasserstofflinien ein Urtheil zu gewinnen war. Die Aufnahmen mit dem Potsdamer Spectrographen lassen dagegen nicht nur Unterschiede in Bezug auf die Breite der Linien erkennen, sondern auch in Betreff ihrer Intensität, resp. der Intensitätsabnahme von der Mitte aus, allerdings nur bei der $H\gamma$-Linie, da in den wenigen Fällen, wo überhaupt die $H\beta$- oder die $H\delta$-Linie sichtbar ist, die Schärfe des Spectrums zu feineren Untersuchungen nicht mehr genügt.

Bei der Beurtheilung der Breite der Linien ist es oft schwierig, mit Sicherheit zu entscheiden, ob die Unterschiede wirklich reell oder nur durch die verschiedene Stärke der Aufnahmen bedingt sind. Da alle breiten Linien ausnahmslos stark verwaschen sind — es folgt dies schon ohne Weiteres aus den Formeln, welche die Abhängigkeit der Breite der Spectrallinien von Dicke oder Dichte der absorbirenden Schicht angeben —, also nur ein allmählicher Uebergang von der Intensität des continuirlichen Spectrums bis zum Minimum der Helligkeit in der Mitte der Linie stattfindet, so ist es klar, dass bei grösserer Stärke der Aufnahmen (längere Expositionszeit, durchsichtigere Luft etc.) die Linien scheinbar immer schmaler werden müssen. Wenn man daher nicht viele verschiedenartige Aufnahmen von demselben Sternspectrum besitzt, so ist die Beurtheilung der wahren Breite eine sehr unsichere. Ich habe es deshalb auch für überflüssig gehalten, die Breite der $H\gamma$-Linie zu messen, und mich mit nur allgemeinen Bemerkungen über dieselbe begnügt. Eine genaue Bestimmung der Breite würde zwar nicht ohne Interesse sein, insofern als hierdurch die Möglichkeit vorläge, etwaige Aenderungen derselben im Laufe längerer Zeiträume festzustellen; aber eine Aufklärung über physikalische Verschiedenheiten in der Constitution der Atmosphären ist aus der Breite der Linien nicht zu erwarten, da Dichte und Dicke der absorbirenden Gase nicht von der Temperatur zu trennen sind.

Viel wichtiger in dieser Beziehung sind die hier zum ersten Male zur Untersuchung gelangenden Unterschiede, welche in der Intensitätsvertheilung des Lichtes innerhalb der verbreiterten Linien bei den verschiedenen Sternen bestehen. Ich muss zur Darlegung meiner Ansicht hierüber etwas weiter ausholen.

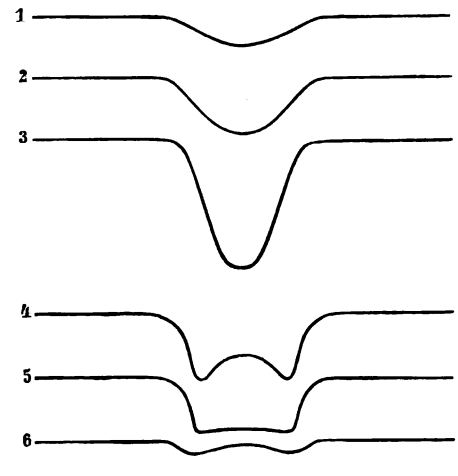
Ich nehme an, dass der physikalische Begriff eines Sternes zum Unterschiede gegen einen Nebel erst dann beginnt, wenn das Spectrum ein wesentlich continuirliches ist, wenn sich also ein solches Verdichtungscentrum gebildet hat, dass eine gewisse Schicht desselben die Eigenschaften unserer

Digitized by Google

Sonnenphotosphäre hat, welche Licht von allen Strahlengattungen aussendet. Stützt man sich nun allein auf das Kirchhoff'sche Gesetz, ohne andere Betrachtungen hinzuzuziehen, so hängt der Umstand, ob ein Stern helle oder dunkle Linien hat, nur davon ab, ob die oberhalb der Photosphäre befindlichen Gasschichten eine höhere oder niedrigere Temperatur als die Photosphäre besitzen. Bei gleicher Temperatur würden keine Linien sichtbar sein. So lange man nicht Anhänger der Lockyer'schen Meteorhypothese ist, kann aber die oben gegebene Erklärung für die hellen Linien in einzelnen Sternspectren nicht genügen, da es unseren ganzen physikalischen Anschauungen widerspricht, Körper anzunehmen, bei denen dauernd oder im allgemeinen die äusseren Schichten eine höhere Temperatur als die inneren besitzen.

Ein continuirliches und massenhaftes Hineinstürzen von Meteoren in die oberen Schichten der Atmosphäre könnte die letzteren zwar wohl auf einen höheren Temperaturgrad bringen, als die Photosphäre besitzt; es könnten aber dann im Spectrum nicht mehr wesentlich nur die Wasserstofflinien hell erscheinen, vielmehr müssten auch die Linien der in den Meteoren enthaltenen Metalle eine hervorragende Rolle spielen. Auch ein anderer Zustand, der das Vorhandensein einer äusseren heisseren Schicht erklären könnte, scheint sehr wenig plausibel, nämlich das fortwährende Hervorbrechen heisserer Gase aus dem Innern, die alsdann wenigstens einen grösseren Theil der oberen Atmosphärenschichten stark erhitzen könnten. Die Gase müssten aber doch die Photosphäre durchbrechen und würden also die Temperatur derselben ebenfalls erhöhen, so dass nicht recht einzusehen ist, weshalb ein wesentlicher Ueberschuss der Temperatur oberhalb der Photosphäre bestehen sollte.

Eine andere, wie mir scheint, sehr einfache Erklärung der hellen Linien ist auf dem Aussehen der Linien basirt. Die Breite und Verwaschenheit der Wasserstofflinien deuten an, dass die Sterne des I. Typus eine sehr mächtige Wasserstoffatmosphäre besitzen, und es braucht nur angenommen zu werden, dass die Höhe dieser Atmosphäre von derselben Ordnung ist wie der Durchmesser des von der Photosphäre begrenzten Kernes. Es geben dann diejenigen Theile der Atmosphäre, welche über die scheinbare Scheibe des Kernes hinausragen, ein Wasserstoffspectrum mit hellen Linien, während die vor der Scheibe befindlichen dunkle Absorptionslinien geben. Von dem punktförmigen Bilde des Sternes, wie wir es wegen der grossen Entfernung nur darstellen können, erhält man demnach beide Spectra optisch über einander gelagert; die hellen Linien erscheinen auf den dunklen, und je nach der Intensität, also je nach dem Verhältniss der Höhe der Atmosphäre zum Durchmesser des Kernes, überwiegen die einen oder die anderen Linien.



Für die Intensitätscurven der Wasserstofflinien bei den Sternen der I. Classe lassen sich nun folgende Typen aufstellen.

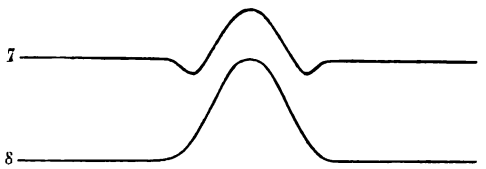
1) Die Höhe der Atmosphären ist gering; es sind nur die Absorptionslinien merklich. Die Intensität derselben nimmt continuirlich bis zur Mitte ab, die Intensitätscurve hat also je nach der Stärke der Temperaturdifferenz den Verlauf der Curven 1, 2 und 3.

2) Die Höhe der Atmosphäre ist so beträchtlich, dass auch die Emissionslinien merklich sind. Die Intensität nimmt also nicht bis zur Mitte der Linien continuirlich ab, vielmehr ist hier im allgemeinen ein secundäres Maximum oder mindestens eine gleichförmige Intensität. Curven 4, 5 und 6.

3) Die Ausdehnung der Atmosphäre ist so stark, dass die Emissionslinien des Wasserstoffs heller werden als das continuirliche Spectrum. Die Absorptionslinie kann zu beiden Seiten der hellen

Digitized by Google

Linie noch merklich sein, sie kann aber auch vollständig überdeckt werden. Curven 7 und 8. (Classe Ic.)



Ich habe im Folgenden für jeden Stern das Verhalten der $H\gamma$-Linie in Bezug auf die Aufhellung angegeben und dieselbe nach der Curvennummer rubricirt. Es ist nun zu bemerken, dass, wenn einerseits die Photographie allein es ermöglicht hat, diese Unterschiede in den Linien erkennen zu lassen, sie andererseits auch wegen des schon früher erwähnten verhältnissmässig geringen Unterschiedes zwischen der oberen und der unteren Empfindungsschwelle der Platten auch diese Erkenntniss wieder erschwert. Je nach der Kraft der Aufnahme liegt das Minimum der Intensität der Absorptionslinie unterhalb oder oberhalb der unteren Empfindlichkeitsgrenze der Platte; im ersteren Falle erscheint die Mitte der Linie in einer grösseren Ausdehnung vollständig ohne Silberkorn, und es ist dann nicht zu entscheiden, ob Aufhellung vorhanden oder nicht, auch nicht, ob Curve 1, 2 oder 3. Ich habe in solchen Fällen die Charakterisirung als zweifelhaft hingestellt.

Vorausgreifend möchte ich hier schon bemerken, dass thatsächlich ungefähr alle hier aufgestellte Arten von Intensitätscurven bei den von mir untersuchten Sternspectren vertreten sind, ein Umstand, der gewiss sehr zu Gunsten der von mir vertretenen Hypothese spricht gegenüber derjenigen der relativ heisseren Atmosphären.

Die Spectra vom ersten Typus zeigen nun auch in Bezug auf das Verhalten der anderen Linien ganz charakteristische Unterschiede, die ich schon jetzt ganz kurz andeuten möchte, über welche bei der Besprechung der einzelnen Spectra aber Näheres mitzutheilen sein wird. Es scheint selten vorzukommen, dass in einem Spectrum der I. Classe verwaschene und feine Metalllinien gleichzeitig auftreten, vielmehr sind im allgemeinen entweder alle Linien breit und verwaschen, ähnlich wie die Wasserstofflinien, oder alle sind scharf. Bei den Spectren mit breiten Linien zeigt sich ein wesentlicher Unterschied darin, dass im einen Falle nur einzelne, ganz isolirte Linien vorhanden sind, deren Verbreiterung thatsächlich durch die grössere Dichte oder die höhere Temperatur der betreffenden Gase verursacht ist, während im anderen die breiten Linien zweifellos nur Liniengruppen sind, also die Linien überhaupt nur durch dichtes Zusammenstehen merklich werden.

Ich gehe nun dazu über, die Spectra der einzelnen Sterne genauer zu besprechen. In den Linienverzeichnissen sind in den ersten Columnen die in der Zusammenstellung der Messungen (S. 33 bis 44) erhaltenen Endwerthe aufgeführt; die drei letzten Columnen enthalten der Reihe nach das Mittel aus diesen Werthen, kurze Beschreibungen der gemessenen Linien, Angabe der den Sternlinien am nächsten stehenden Linien im Sonnenspectrum. Die Reihenfolge der Spectra ist ungefähr nach der Anzahl der Metalllinien gewählt, doch sind verwandte Spectra möglichst zusammengestellt.

Ich bemerke noch, dass die Angaben über die $H\gamma$-Linie aus der Betrachtung aller Aufnahmen eines Sternes gezogen sind und nicht nur aus denjenigen, welche zur Messung benutzt wurden.

α Ophiuchi.

Aufnahmen: Nr. 5, etwas matt und nicht sehr scharf.
Nr. 151, kräftiger und schärfer.

Die $H\gamma$-Linie ist mässig breit, kaum oder gar nicht aufgehellt. Intensitätscurve Nr. 2. Von dem Vorhandensein anderer Linien ist mit Sicherheit nichts zu constatiren, es ist vielmehr anzunehmen, dass in dem hier in Frage tretenden Theile des Spectrums keine Metalllinien vorhanden sind.

Digitized by Google

α Pegasi.

Aufnahmen: Nr. 6, kräftig, aber nicht sehr scharf.
Nr. 37, recht unscharf. Die Aufnahme ist später verstärkt worden und wegen nicht genügenden Auswaschens allmählich so nachgedunkelt, dass sie zur Zeit dieser Untersuchung nahezu unbrauchbar war.

Die $H\gamma$-Linie ist ziemlich breit und nicht aufgehellt. Intensitätscurve Nr. 2 bis Nr. 3. Auf der Aufnahme Nr. 6 ist keine Spur einer anderen Linie zu erkennen; auf Nr. 37 ist eine äusserst matte und sehr breite Linie bei der Wellenlänge 448 $\mu\mu$ (*Mg*-Linie) angedeutet, die jedoch unter dem Mikroskope verschwindet; eine Messung ist unmöglich.

β Librae.

Aufnahmen: Nr. 130, scharf, aber sehr matt.
Nr. 131, scharf, aber sehr matt.

Die $H\gamma$-Linie ist sehr breit und verwaschen und von geringer Intensität; doch lässt sich wegen der ungenügenden Kraft der Aufnahmen nicht entscheiden, ob hier Intensitätscurve 1 oder 4 vorliegt. Es sind mehrere Metalllinien und zwar, wie es scheint, scharfe, angedeutet, es ist aber wegen der Schwäche der Aufnahmen nicht möglich, etwas zu messen.

γ Ursae majoris.

Aufnahmen: Nr. 140, sehr scharf, nicht sehr kräftig.
Nr. 146, sehr scharf und recht kräftig.

Die $H\gamma$-Linie ist sehr breit, bei der kräftigeren Aufnahme Nr. 146 hat die Mitte der Linie noch photographisch gewirkt, und die völlig continuirliche Intensitätsabnahme bis zur Mitte ist sehr deutlich zu sehen. Intensitätscurve Nr. 2 bis 3.

Bei der Wellenlänge 448 $\mu\mu$ befindet sich eine sehr breite und verwaschene Linie (*Mg*-Linie); auch an anderen Stellen ist der Eindruck von Linien vorhanden, es ist aber nichts zu messen.

η Ursae majoris.

Aufnahmen: Nr. 145, sehr kräftig und ziemlich scharf.
Nr. 185, sehr kräftig und scharf.

Die $H\gamma$-Linie ist ziemlich breit und stark aufgehellt, ein sehr schönes Beispiel für den Verlauf der Intensitätscurve Nr. 5. Der innere Theil der Linie ist bis auf die halbe Breite durchaus gleichförmig hell, dann beginnt die Verwaschenheit ganz plötzlich.

Das Spectrum enthält ausser der $H\gamma$-Linie noch eine sehr breite und verwaschene Linie, die nur unsicher zu messen ist.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr. 145	Nr. 185	Mittel	Bemerkungen	⊙
$\mu\mu$	$\mu\mu$	$\mu\mu$		
434.071	434.071	434.071	S. oben.	.071 (9) Hγ
447.244	447.179	447.212	Sehr breit u. verwaschen.	.193 (3)

Die Linie 447.212 ist identisch mit der in allen Orionsternen auftretenden, welche im Folgenden kurz Orionlinie genannt werden soll.

Digitized by Google

α Coronae.

Aufnahmen: Nr. 134, ziemlich kräftig und scharf.
Nr. 243, sehr schöne und scharfe Aufnahme.
Nr. 245, sehr schöne und scharfe Aufnahme.
Nr. 249, etwas matt, aber ziemlich scharf.

Die $H\gamma$-Linie ist sehr breit mit continuirlichem Intensitätsabfall und sehr stark; selbst bei den sehr kräftigen Aufnahmen ist die Mitte noch fast ganz ohne Einwirkung auf die Platte geblieben. Intensitätscurve Nr. 2 bis Nr. 3.

Alle Aufnahmen zeigen bei λ 448 $\mu\mu$ eine recht breite, aber sehr matte Linie, die nur auf Nr. 243 zu messen ist, da sie bei den anderen Aufnahmen unter dem Mikroskope nicht mehr aufgefasst werden kann. Bei der Aufnahme Nr. 249 ist der Eindruck noch anderer Linien vorhanden, aber nichts zu messen.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr. 243	Bemerkungen	⊙
$\mu\mu$		
434.071	S. oben.	.071 (9) $H\gamma$
448.097	Sehr breit und matt.	.141 (5) Mg

α Leonis.

Aufnahmen: Nr. 106, kräftige und sehr scharfe Aufnahme.
Nr. 115, sehr kräftig, nicht ganz so scharf.

Die $H\gamma$-Linie ist sehr breit und entweder nicht sehr intensiv oder aber aufgehellt. Also Intensitätscurve Nr. 2 oder Nr. 5.

Die Aufnahme Nr. 106 zeigt bei der Wellenlänge 435.5 $\mu\mu$ eine scharfe und ziemlich deutliche Linie, welche wohl durch ein zufälliges Fleckchen etwas deformirt und gekrümmt erscheint. Auf der anderen Aufnahme ist an dieser Stelle mit Sicherheit nichts zu erkennen; dagegen ist hier bei Wellenlänge 436.9 $\mu\mu$ eine Linie, welche den Eindruck einer hellen Linie macht, die in einer dunklen sitzt. Auch auf Nr. 106 ist hier eine schwache, nicht messbare Linie vorhanden, die mehr den Eindruck einer Doppellinie macht. Wegen der Schwäche dieser Linie ist leider mit Sicherheit nichts über ihre Natur zu erkennen, auch erscheint es mir aus demselben Grunde unwahrscheinlich, dass weitere Aufnahmen mit dem hiesigen Spectrographen eine Entscheidung hierüber herbeiführen können. Jedenfalls verdient das Spectrum eine genauere Verfolgung mit möglichst kräftigen Hülfsmitteln.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr. 106	Nr. 115	Mittel	Bemerkungen	⊙
$\mu\mu$	$\mu\mu$	$\mu\mu$		
434.071	434.071	434.071	S. oben	.071 (9) $H\gamma$
435.451	—	435.451	»	.462 (3)
—	436.939	436.939	»	.933 (3)

Digitized by Google

α Virginis.

Aufnahmen: Nr. 119, scharf, nicht sehr kräftig.
Nr. 122, sehr scharf, recht kräftig.
Nr. 195, etwas matt, nicht sehr scharf.

Die $H\gamma$-Linie ist mässig breit und sehr stark aufgehellt. Intensitätscurve Nr. 5, vielleicht schon kleiner Uebergang nach Nr. 6 hin.

Das Spectrum enthält noch zwei sehr matte und breite Linien, auf welche sehr schwer einzustellen ist, ich habe deshalb aus der grossen Zahl der Aufnahmen nur drei benutzen können. Andere Linien sind nicht angedeutet.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr. 119	Nr. 122	Nr. 195	Mittel	Bemerkungen	⊙
μμ	μμ	μμ	μμ		
434.071	434.071	434.071	434.071	S. oben.	.071 (9) Hγ
438.862	438.861	438.849	438.857	Ganz breit und matt.	.829 (5) Fe, .880 (6) Fe
447.170	447.190	447.167	447.176	Ganz breit und matt.	.151 (4), .193 (3) (Orionlinie)

Es ist nicht wahrscheinlich, dass die Linie 438.857 mit einer oder mit beiden Eisenlinien zu identificiren ist; sie wird einem anderen, unbekannten Elemente angehören.

β Tauri.

Aufnahmen: Nr. 58, matt und recht unscharf.
Nr. 234, äusserst kräftig und ziemlich scharf (wohl etwas weiter Spalt).

Die $H\gamma$-Linie ist nur wenig breit; da beide Aufnahmen stark extreme Stellungen in Bezug auf Kraft haben, so ist es schwer, über die Natur der $H\gamma$-Linie ins Klare zu kommen. Vermuthlich wird sie der Intensitätscurve 2 entsprechen. Auf Nr. 234 ist auch $H\delta$ sehr gut zu sehen, entschieden breiter als $H\gamma$ und nicht merklich aufgehellt, sicher der Intensitätscurve Nr. 2 entsprechend. Das Spectrum zeigt wenige sehr breite und matte Linien, auf welche nur sehr schlecht einzustellen ist, Nr. 234 auch solche im Violett, die aber nicht zu messen sind.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr. 58	Nr. 234	Mittel	Bemerkungen	⊙
μμ	μμ	μμ		
434.071	434.071	434.071	S. oben.	.071 (9) Hγ
447.111	447.190	447.151	Ganz breit u. verw., kaum zu sehen.	.151 (4) (Orionlinie)
448.151	448.176	448.164	Ganz breit u. verw., etwas kräftiger.	.141 (5) Mg
—	455.041	455.041	Breit, kaum zu sehen.	.990 (6) Fe, .107 (4) Fe, Cr, Mn

Die Linie 455.041 wird wahrscheinlich nicht mit einer der Eisenlinien identisch sein.

α Andromedae.

Aufnahmen: Nr. 4, sehr kräftig und scharf.
Nr. 57, matt und etwas verwaschen.
Nr. 238, ziemlich kräftig, etwas weiter Spalt.

Digitized by Google

Die $H\gamma$-Linie ist ziemlich breit und nicht merklich aufgehellt. Intensitätscurve Nr. 2. Ausser den gemessenen sind besonders nach dem Violett zu noch mehrere Linien angedeutet.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr. 4	Nr. 57	Nr. 238	Mittel	Bemerkungen	⊙
$\mu\mu$	$\mu\mu$	$\mu\mu$	$\mu\mu$		
—	—	432.554	432.554	Scharf.	.543 (7) Ba
—	—	432.751	432.751	Scharf.	.751 (6) Fe
434.071	434.071	434.071	434.071	S. oben.	.071 (9) $H\gamma$
435.326	—	—	435.326	Zieml. scharf, schwach. Exist.?	.312 (6) Fe
448.197	448.179	448.159	448.178	Breit, matt.	.141 (5) Mg
—	454.987	—	454.987	Scharf. Exist.?	.990 (6) Fe

Es ist ausdrücklich bemerkt, dass die Linie λ 435.326 $\mu\mu$ auf den beiden anderen Aufnahmen nicht zu sehen ist; da auch auf Nr. 4 ihre Existenz als zweifelhaft bezeichnet ist, so wird wohl nur ein zufälliges Fleckchen dort vorhanden sein. Die beiden Linien bei λ 432 $\mu\mu$ machen den Eindruck, als ob am Rande derselben die entsprechenden hellen Linien lägen, ähnlich wie bei der Nova Aurigae. Ferner ist auf Aufnahme Nr. 238 die Mg-Linie beträchtlich schwächer als auf den beiden anderen. Es scheint demnach, als ob das Spectrum von α Andromedae besondere Eigenthümlichkeiten zeigte; jedoch ist wegen der Schwäche der Linien in demselben eine Entscheidung hierüber nicht zu treffen.

δ *Orionis.*

Aufnahmen: Nr. 239, kräftig, aber nicht sehr scharf.
Nr. 240, kräftig und scharf.

Die $H\gamma$-Linie ist recht schmal und dabei so aufgehellt, dass sie kaum zu erkennen ist; die Aufhellung brauchte nur wenig stärker zu sein, so würde δ Orionis das Beispiel eines Sternes ohne Wasserstofflinien bilden. Es ist gar keine Frage, dass hier die Intensitätscurve Nr. 6 vorliegt. Den gleichen Eindruck machen die anderen wenigen Linien des Spectrums, von denen nur die bei λ 447 $\mu\mu$ zu messen ist. Die Mg-Linie bei λ 448 $\mu\mu$ ist mit Mühe zu erkennen.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr. 239	Nr. 240	Mittel	Bemerkungen	⊙
$\mu\mu$	$\mu\mu$	$\mu\mu$		
434.071	434.071	434.071	S. oben.	.071 (9) $H\gamma$
447.085	447.211	447.148	Kaum zu sehen.	.151 (4) (Orionlinie)

ζ *Orionis.*

Aufnahmen: Nr. 74, scharf, aber etwas matt.
Nr. 83, scharf und etwas kräftiger.

Die $H\gamma$-Linie ist recht schmal und stark aufgehellt, aber doch beträchtlich weniger als bei δ Orionis. Intensitätscurve Nr. 5. Die $H\gamma$-Linie und auch die einzige andere Linie des Spectrums sind übrigens so schmal, dass man versucht sein könnte, den Stern zur Spectralclasse I*b* zu rechnen.

Digitized by Google

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr. 74	Nr. 83	Mittel	Bemerkungen	⊙
μμ	μμ	μμ		
434.071	434.071	434.071	S. oben.	.071 (9) Hγ
447.220	447.172	447.196	Recht matt.	.193 (3) (Orionlinie)

γ Orionis.

Aufnahmen: Nr. 59, recht scharf, etwas matt.
Nr. 230, ziemlich scharf, etwas matt.
Nr. 232, kräftiges, ziemlich scharfes Spectrum.

Die $H\gamma$-Linie ist ziemlich schmal und stark aufgehellt, ganz ähnlich wie bei ζ Orionis. Intensitätscurve 5. Nach der kräftigen Aufnahme Nr. 232 würde man geneigt sein, den Stern zur Classe I*b* zu rechnen. Die übrigen Linien ähneln im Aussehen sehr der $H\gamma$-Linie, die Linie bei λ 447 μμ auch sogar in Bezug auf ihre Stärke.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr. 59	Nr. 230	Nr. 232	Mittel	Bemerkungen	⊙
μμ	μμ	μμ	μμ		
—	424.629	—	424.629	Kaum zu sehen.?	.636 (6) Fe
—	—	425.432	425.432	Kaum zu sehen.?	.422 (5) Fe [.468 (9) Ni, Cr]
426.800	426.769	426.796	426.788	Sehr schwach.	.777 (4) [.814 (6) Fe]
434.071	434.071	434.071	434.071	S. oben.	.071 (9) Hγ
438.832	438.844	438.821	438.832	Ziemlich stark.	.829 (5) Fe, Mn
439.605	—	—	439.605	Sehr matt, scharf.?	.616 (5)
447.152	447.191	447.169	447.171	Kräftig, genau wie Hγ.	.151 (4), .193 (3) (Orionlinie)
448.149	448.196	448.159	448.168	Sehr schwach.	.141 (5) Mg!
455.259	455.279	455.285	455.274	Sehr schwach.	.281 (5) Fe

Die Existenz der drei, nur in je einem Spectrum gemessenen Linien bei λ 424.6, 425.4 und 439.6 μμ bleibt zweifelhaft. Die Linie 426.8 fällt mit keiner bemerkenswerthen Linie des Sonnenspectrums zusammen, die anderen Linien, 438.8 und 455.3 μμ, coïncidiren wohl mit Eisenlinien, aber mit keineswegs hervorragenden.

α Geminorum.

Aufnahmen: Nr. 71, scharf, aber matt.
Nr. 118, scharf, aber sehr matt.

Die $H\gamma$-Linie ist ausserordentlich breit und intensiv, nicht aufgehellt. Intensitätscurve Nr. 3. Im Gegensatze zu $H\gamma$ sind alle anderen Linien ausserordentlich scharf. Ihre Anzahl ist ziemlich beträchtlich, besonders im violetten Theile, doch sind die meisten so schwach, dass sie nicht gemessen werden können; sie scheinen mit starken Sonnenlinien zu coïncidiren.

Digitized by Google

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr. 71	Nr. 118	Mittel	Bemerkungen	⊙
μμ	μμ	μμ		
434.071	434.071	434.071	S. oben.	.071 (9) **Hγ**
—	438.400	438.400	Sehr matt, scharf. Exist.?	.396 (8) **Fe**
444.464	—	444.464	Matte, scharfe Linie.	.455 (4) **Cr**, .494 (4) **Mn, Cr**
448.180	448.170	448.175	Sehr kräftig, scharf.	.177 (4) **Fe, Cr**, [.141 (5) **Mg**]
—	449.015	449.015	Sehr matt, scharf.	.995 (5) **Fe**, .035 (5) **Fe**
449.165	—	449.165	Matt, scharf.	.163 (5) **Mn**
—	451.583	451.583	Sehr matt, scharf.	.598 (1) **Ba**
452.329	—	452.329	Matt, scharf.	.365 (4) **Fe, Ba, Mn**
—	454.992	454.992	Kräftig, scharf.	.990 (6) **Fe**

Die Wellenlängen sind sehr unsicher, da die Verschiebung der *Hγ*-Linie nur sehr ungenau bekannt ist. Mit Ausnahme der Linie bei λ 448 μμ sind überdies die Linien in nur je einer Aufnahme gemessen. Dass die Linie 448.175 mit der *Mg*-Linie identisch ist, scheint mir trotz der schlechten Uebereinstimmung ausser Frage.

β Persei.

Aufnahmen: Nr. 50, scharf, etwas matt, besonders im Violett.
Nr. 86, sehr scharf, etwas kräftiger.
Nr. 157, scharf und kräftig.
Nr. 244, äusserst scharf, etwas matt.

Die *Hγ*-Linie ist mässig breit und kaum oder gar nicht aufgehellt. Intensitätscurve 2. Die übrigen Linien sind alle mittelscharf, von derselben Breite, ihre Intensität konnte nach Zahlen angegeben werden.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr. 50	Nr. 86	Nr. 157	Nr. 244	Mittel	Bemerkungen	⊙
μμ	μμ	μμ	μμ	μμ		
434.071	434.071	434.071	434.071	434.071	S. oben.	.071 (9) **Hγ**
447.084	447.206	447.223	447.253	447.192	(2) Kaum zu sehen.	.193 (3) (Orionlinie)
448.070	448.151	448.194	448.167	448.146	(4) —	.141 (5) **Mg**
—	450.877	—	—	450.877	(1) Exist.?	.853 (5) **Ti**, .903 (3) **Cr**
—	454.952	—	—	454.952	(1)	.908 (4) **Cr**, .990 (6) **Fe**

Die Linie bei λ 450.88 μμ ist als zweifelhaft angegeben; in Betreff der Linie 454.952 siehe die Bemerkung bei β Tauri.

Während ich bei den bisher besprochenen Spectren die Ueberzeugung gewonnen habe, dass auch die breiten und verwaschenen Linien keine Liniengruppen sind, sondern isolirte, durch Druck oder Temperatur verbreiterte Linien, ist dies für die folgenden Sterne nicht in allen Fällen sicher, vielmehr fallen die breiten Linien häufig mit hervorragenden Gruppen des Sonnenspectrums zusammen. Es documentirt sich hierdurch eine immer grössere Annäherung an die zweite Spectralclasse.

Digitized by Google

δ Leonis.

Aufnahmen: Nr. 120, sehr scharf, ziemlich kräftig.
Nr. 186, sehr scharf, recht kräftig.

Die $H\gamma$-Linie ist ziemlich breit und nicht merklich aufgehellt. Intensitätscurve Nr. 2. Von den zum Theil sehr breiten Linien oder Bändern konnten mehrere gemessen werden.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr. 120	Nr. 186	Mittel	Bemerkungen	⊙
$\mu\mu$	$\mu\mu$	$\mu\mu$		
430.154	—	430.154	Schmal, schwach.	.134 (3), .162 (5)
434.071	434.071	434.071	S. oben.	.071 (9) **Hγ**
438.475	—	438.475	Breit, sehr matt.	.463 (4) **Ni, Cr**
439.506	—	439.506	Sehr matt.	.533 (7) **Fe**
441.659	—	441.659	Sehr breit.	.648 (4)
448.167	448.145	448.156	Sehr breit.	.141 (5) **Mg**

Bei der Linie λ 438.5 $\mu\mu$ befindet sich im Sonnenspectrum eine hervorragende Gruppe von λ 438.38 bis 438.58 $\mu\mu$, welche u. a. die sehr starke Eisenlinie 438.396 (8) enthält; es scheint mir nicht fraglich, dass diese Gruppe bei δ Leonis vorhanden ist. Die Eisenlinie 441.510 (8) kann wohl nicht bei der Linie 441.659 in Frage kommen; das deutliche Vorhandensein der Mg-Linie beweist ja auch, dass noch vereinzelte breite Linien vorkommen.

β Leonis.

Aufnahmen: Nr. 116, ziemlich scharf und kräftig.
Nr. 191, scharf, aber etwas matt.

Die $H\gamma$-Linie ist ziemlich breit und nicht merklich aufgehellt. Intensitätscurve Nr. 2. Das Spectrum hat sehr grosse Aehnlichkeit mit dem von δ Leonis.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr. 116	Nr. 191	Mittel	Bemerkungen	⊙
$\mu\mu$	$\mu\mu$	$\mu\mu$		
434.071	434.071	434.071	S. oben.	.071 (9) **Hγ**
437.558	—	437.558	Sehr breit, kaum zu sehen.	.534 (6) **Cr, Mn**, .569 (4)
438.444	438.481	438.463	Sehr matt.	.463 (4) **Cr, Ni**
441.630	—	441.630	Matt.	.615 (3), .648 (4)
444.364	—	444.364	Sehr matt.	.357 (5) **Fe**
445.591	—	445.591	Schmal.	.569 (5) **Mn, Cr**, .624 (6) **Ca**
448.155	448.184	448.170	Schwach.	.141 (5) **Mg**

Bei λ 437.6 $\mu\mu$ befindet sich eine allerdings nicht besonders hervorragende Gruppe im Spectrum der Sonne von Wellenlänge 437.46 bis 437.64 $\mu\mu$. Für die Linien 438.46 und 441.63 gilt das bei δ Leonis Gesagte. Den Linien 444.36 und 445.59 entsprechen keine hervorragenden Gruppen im Sonnenspectrum.

Digitized by Google

α Aquilae.

Aufnahmen: Nr. 2, scharf und sehr kräftig.
Nr. 21, scharf und ziemlich matt.
Nr. 22, scharf und recht matt.

Die $H\gamma$-Linie ist ziemlich schmal und sehr merklich aufgehellt. Intensitätscurve Nr. 5. Während auf der sehr kräftigen Aufnahme Nr. 2 von anderen Linien nichts zu sehen ist — höchstens erscheint die *Mg*-Linie bei λ 448 $\mu\mu$ angedeutet —, zeigen die schwachen Aufnahmen ein sehr eigenthümliches Aussehen. Das Spectrum besteht aus einer grösseren Zahl hellerer und dunklerer Streifen, so dass der Eindruck von breiten hellen Linien vorliegt. Bei Vergleichung mit dem Sonnenspectrum zeigt sich jedoch sofort, dass die helleren Stellen (im Negativ) sämmtlich mit Liniengruppen im Sonnenspectrum zusammenfallen, wobei nur die *Mg*-Linie bei λ 448 $\mu\mu$ eine Ausnahme macht. Die Messungen, die wegen ihrer Unsicherheit nicht einzeln mitgetheilt sind, ergaben folgendes Verzeichniss von breiten verwaschenen Bändern.

W. L.	⊙
$\mu\mu$	
420.0	419.8 bis 420.2, enthält 4 starke Eisenlinien, darunter 2 sehr starke.
421.6	421.57 bis 421.78, enthält eine sehr starke Sr-Linie und 2 Eisenlinien.
422.7	Die stärkste Ca-Linie mit benachbarten kräftigen Eisenlinien (g).
423.6	423.4 bis 423.7, enthält eine sehr starke Eisenlinie.
425.0	424.8 bis 425.1, enthält 4 der stärksten Eisenlinien.
426.1	Sehr starke Eisenlinie.
427.3	427.15 bis 427.43, enthält 2 sehr starke Eisenlinien.
428.2	In ⊙ nicht besonders hervortretend, enthält eine Ca-Linie.
429.0	Ebenfalls nicht sehr hervortretend, enthält auch eine Ca-Linie.
430.0—432.3	G-Gruppe.
432.6	Stärkste Eisenlinie.
434.1	$H\gamma$.
434.5	Wenig hervortretend, aber an einer sehr leeren Stelle.
437.0	437.02 bis 437.18, nicht sehr stark.
437.6	437.5 bis 437.6, nicht sehr stark.
438.4	Sehr starke Eisenlinie mit benachbarten anderen Linien.
444.3	444.2 bis 444.4, enthält 2 Eisenlinien.
448.3	Mg-Linie.
453.6	Nicht sehr hervortretend.

Das Spectrum von α Aquilae macht hiernach den Eindruck eines sehr stark abgeblassten Sonnenspectrums; einen Uebergang hierzu bilden einigermassen die Spectra von β und δ Leonis.

Eine Erklärung für dieses eigenthümliche Spectrum kann in zweierlei Richtung gegeben werden. Einmal kann man sich vorstellen, dass infolge stärkerer Abkühlung und Verdichtung in der Constitution des Sternes bereits einige Aehnlichkeit mit der Sonne eingetreten ist, und zwar so, dass nicht allmählich einzelne besonders hervorragende Metalllinien aufgetreten sind, sondern dass die absorbirende Atmosphäre auch gleich in ihrer Zusammensetzung Aehnlichkeit mit derjenigen auf der Sonne hat. Es besteht hierbei noch eine sehr mächtige Wasserstoffatmosphäre, die auch noch grosse Mengen von Magnesiumdampf enthält. α Aquilae würde dann einen vorzüglichen Beweis für den allmählichen Uebergang der ersten Spectralclasse in die zweite bilden, und somit würde eine sehr gewichtige Stütze für die physikalische Bedeutung der Classeneintheilung gewonnen sein.

Digitized by Google

Ein zweite Erklärung des Spectrums von α Aquilae würde die sein, das Spectrum als aus zwei über einander gelagerten Componenten bestehend zu betrachten, als eine optische Superposition eines Spectrums der ersten Classe durch ein solches der zweiten. Vor einigen Jahren würde eine derartige Erklärung kaum annehmbar gewesen sein; heute, nachdem bereits mehrere sehr enge Doppelsternsysteme bekannt sind, liegt kein Bedenken vor, α Aquilae als einen Doppelstern zu betrachten, dessen eine Componente ein Stern der ersten, dessen andere Componente ein Stern der zweiten Spectralclasse ist. Ein Umstand macht mir diese Erklärung sogar noch wahrscheinlicher als die andere, nämlich das Vorhandensein der breiten *Mg*-Linie bei λ 448 $\mu\mu$. Es ist nicht sehr wahrscheinlich, dass die *Mg*-Linie so sehr stark gegenüber den anderen Linien in einem Spectrum der zweiten Classe hervortritt, wenigstens existirt kein weiteres Beispiel hierfür; dagegen würde es durchaus plausibel sein, die starke *Mg*-Linie in das Spectrum der ersten Classe der einen Componente zu versetzen, wo ihr Fehlen auffälliger als ihr Vorhandensein sein würde.

Die drei in Bezug auf die Linienverschiebung sehr gut übereinstimmenden Aufnahmen von α Aquilae geben keinen Stützpunkt für die Hypothese einer Doppelsternnatur, doch dürfte es sich empfehlen, den Stern in dieser Beziehung nicht aus dem Auge zu verlieren.

β *Cassiopejae.*

Aufnahmen: Nr. 91, sehr scharf, matt.
Nr. 92, sehr scharf, etwas kräftiger.

Die $H\gamma$-Linie ist sehr schmal und wenig aufgehellt. Intensitätscurve Nr. 2. Das Spectrum hat sehr grosse Aehnlichkeit mit dem von α Aquilae, die Bänder sind noch deutlicher und kräftiger.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr. 91	Nr. 92	Mittel	⊙
$\mu\mu$	$\mu\mu$	$\mu\mu$	
429.071	429.098	429.085	Mässig kräftiges Band in ⊙, welches eine Ca-Linie enthält.
429.515	—	429.515	.528 (3), nichts Auffallendes in ⊙.
431.523	431.541	431.532	.556 (8) Fe, Anfang der G-Gruppe in ⊙.
432.134	—	432.134	.123 (5) Fe, .140 (4), ziemlich isolirt in ⊙.
432.591	432.602	432.597	.622 (10) Fe, äusserst starke und breite Linie in ⊙.
434.071	434.071	434.071	$H\gamma$-Linie.
437.558	437.545	437.552	.534 (6) Cr, Mn, .569 (4), 437.5 bis 437.6, nicht hervorragendes Band
438.474	438.465	438.470	Band von 438.4 bis 438.6 mit sehr starker Eisenlinie. [in ⊙.
439.550	439.533	439.542	.533 (7) Fe.
440.076	440.100	440.088	Band von 440.00 bis 440.17.
440.508	440.465	440.487	.499 (8) Fe, sehr starke breite Linie in ⊙.
440.893	—	440.893	.864 (6) Fe, nicht hervorragend in ⊙.
441.553	441.536	441.545	441.51 bis 441.56, zwei starke Eisenlinien.
443.575	—	443.575	.533 (8) Ca, 599 (6) Ca.
444.368	444.376	444.372	Band von 444.27 bis 444.42 mit 2 Eisenlinien.
—	445.589	445.589	Hier viele starke Linien, darunter 3 Ca-Linien.
448.185	448.184	448.185	[.141 (5) Mg]!!
448.880	—	448.880?	.847 (5) Fe, .914 (3) Cr. Nichts Hervorragendes in ⊙.

Die Aehnlichkeit mit α Aquilae erstreckt sich auch auf das Auftreten der *Mg*-Linie, und es sind deshalb für β Cassiopejae dieselben Betrachtungen massgebend wie bei α Aquilae. Auch hier ist ein weiteres Verfolgen des Spectrums zur Ermittelung etwaiger Veränderung der Linienverschiebung angezeigt.

Digitized by Google

Ich gehe nun zur Beschreibung der Spectra mit zahlreichen Linien über. Während bei den bisher besprochenen die Metalllinien mit wenigen Ausnahmen breit und verwaschen sind, theils wirklich breit, theils nur so scheinend durch das Zusammenfliessen dichtstehender Linien, weisen die folgenden Spectra im allgemeinen scharfe Linien und vereinzelte Bänder auf.

α Lyrae.

Aufnahmen: Nr. 35, ziemlich scharf, kräftig, Spectrum sehr breit.
Nr. 40, ziemlich scharf, kräftig, Spectrum sehr breit.
Nr. 148, sehr scharf, sehr kräftig.

Die $H\gamma$-Linie ist recht schmal, aber sehr intensiv, nicht aufgehellt. Intensitätscurve Nr. 3. Die $H\delta$-Linie ist beträchtlich breiter, ebenfalls nicht aufgehellt und scheint derselben Intensitätscurve zu entsprechen.

Das Spectrum zeigt zahlreiche, scharfe und meist sehr schwache Linien. Das häufige Zusammenfallen dieser Linien mit den hervorragendsten Sonnenlinien ist ganz unverkennbar.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr. 35	Nr. 40	Nr. 148	Mittel	Bemerkungen	⊙
μμ	μμ	μμ	μμ		
—	417.407	417.332	417.370	(1)	Hier viele Fe-Linien: .288 (8) Fe, .306 (7) Fe, .420 (6) Fe
—	417.928	—	417.928	Kaum zu sehen.	.910 (6), .957 (7) Ba
422.719	422.712	422.686	422.706	(1)	.700 (10) Ca
423.337	423.357	423.293	423.329	(2)	.345 (6)
—	425.459	—	425.459	Kaum zu sehen.	.468 (9) Cr, Ni
427.223	427.237	—	427.230	(1)	.217 (9) Fe
429.076	429.076	—	429.076	(1)	.077 (5) Fe
429.453	429.445	—	429.449	Kaum zu sehen.	.464 (6) Fe
429.710	—	—	429.710	(1)	.718 (5) Ni
430.045	430.075	430.025	430.048	(1)	.014 (1) Mn, .060 (5) Mn
430.835	430.837	430.821	430.831	(1)	.816 (8) Ca, .840 (8) Fe, Sr, Bi, .886 (6) Mn, Bi
432.619	432.623	432.561	432.601	Kaum zu sehen.	.622 (10) Fe, Mn
434.071	434.071	434.071	434.071	S. oben.	.071 (9) $H\gamma$
435.198	435.219	435.204	435.207	(1)	.223 (7) Mg
438.356	438.384	438.361	438.367	Kaum zu sehen.	.347 (4), .375 (5) Cr, .396 (8) Fe
438.556	—	—	438.556	Kaum zu sehen.	.512 (6) Fe, Cr, .550 (6), .576 (6) Fe
439.504	—	439.508	439.506	(1)	.533 (7) Fe, Cr
—	440.240	—	440.240	(1)	.257 (1) Ba
440.477	440.493	440.485	440.485	(1)	.499 (8) Fe
444.373	444.424	444.397	444.398	(1)	.357 (5) Fe, .418 (6)
446.826	446.856	—	446.841	Kaum zu sehen.	.819 (3) Cr, .879 (6)
448.126	448.133	448.161	448.140	(5)	.141 (5) Mg
—	—	452.053	452.053	Kaum zu sehen.	.050 (5) Fe
452.287	452.271	452.340	452.299	Kaum zu sehen.	.296 (6) Fe
453.403	—	453.414	453.409	(1) Breit.	.429 (5) Ni
454.960	454.999	454.999	454.986	(2)	.006 (4)
—	—	457.254	457.254	(1)	.231 (7) Ti, Cr

Wenn auch, wie schon bemerkt, viele Linien mit starken Linien des Sonnenspectrums zusammenfallen, so findet dies doch keineswegs ausnahmslos statt. Ein sehr prägnantes Beispiel hierfür bietet die in der Sonne durchaus nicht hervortretende *Mg*-Linie bei λ 448 μμ, welche in α Lyrae die

Digitized by Google

stärkste Linie nach der Wasserstofflinie ist, dabei aber vollständig scharf erscheint. Für die Linie 423.329, die auf allen drei Aufnahmen sehr deutlich ist, findet sich ebenfalls keine entsprechende starke Linie in der Sonne, ebenso nicht für die Linien 430.038, 444.398, 453.409 und 454.986, wobei ich die nur auf einer Aufnahme gemessenen Linien ausser Acht lasse. Andererseits fehlt eine ganze Anzahl der allerstärksten Eisenlinien, so dass das Eisenspectrum in α Lyrae eine andere Intensitätsvertheilung besitzt als in der Sonne.

ζ *Ursae majoris.*

Aufnahmen: Nr. 184, mässig scharf, etwas matt.
Nr. 214, sehr scharf, ziemlich kräftig.
Nr. 215, sehr scharf, ziemlich kräftig.
Nr. 218, recht unscharf, kräftig.

Die $H\gamma$-Linie ist recht schmal und entweder wenig intensiv oder ziemlich stark aufgehellt; also entweder Intensitätscurve Nr. 2 bis Nr. 1 oder Nr. 5.

Das Spectrum ist von zahlreichen Linien durchzogen, die aber nicht ganz so scharf erscheinen, wie in α Lyrae. ζ Ursae majoris ist bekanntlich ein enger Doppelstern, in dessen Spectrum die Linien sich periodisch verdoppeln und wieder einfach werden. Die Unschärfe der Linien braucht deshalb dem Spectrum nicht eigenthümlich zu sein, vielmehr ist es wohl anzunehmen, dass keine der gemessenen Aufnahmen zu dem genauen Zeitpunkte des Zusammenfallens der Linien gemacht worden ist.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr. 184	Nr. 214	Nr. 215	Nr. 218	Mittel	Bemerkungen	⊙
$\mu\mu$	$\mu\mu$	$\mu\mu$	$\mu\mu$	$\mu\mu$		
421.613	—	—	421.589	421.601	(2)	.574 (9) Sr, .645 (6) Fe
422.764	—	422.755	422.738	422.752	(1)	.767 (7) Fe
423.368	423.362	423.363	423.383	423.369	(2)	.387 (7) Fe
—	—	425.114	—	425.114	(1)	.113 (9) Fe
—	—	—	426.077	426.077	(1)	.084 (9) Fe
—	—	426.153	—	426.153	(1)	.159 (5) Mn
—	427.232	—	427.211	427.222	(1)	.217 (9) Fe
—	428.856	—	428.843	428.850	(1)	.866 (5) Fe
429.092	—	—	429.073	429.083	(1)	.077 (5) Fe
429.497	429.493	—	429.479	429.490	(1)	.464 (6) Fe, .528 (3)
—	—	—	429.727	429.727	(2)	.718 (5) Ni
—	—	—	430.049	430.049	(2) Breit.	.060 (5) Mn
430.858	430.854	—	430.834	430.849	(1)	.840 (8) Fe
—	431.527	—	—	431.527	(1)	.523 (5)? .556 (8) Fe
432.668	—	432.644	432.627	432.646	(1)	.622 (10) Fe
434.071	434.071	434.071	434.071	434.071	S. oben.	.071 (9) $H\gamma$
—	—	435.245	—	435.245	(1)	.223 (7) Mg
—	—	—	438.425	438.425	(1)	.396 (8) Fe, .421 (6)
—	—	—	438.564	438.564	(1)	.550 (6), .576 (6) Fe
439.567	439.568	439.590	439.533	439.565	(1)	.533 (7) Fe, .558 (5) Cr, .584 (4)
—	—	—	440.498	440.498	(1)	.499 (8) Fe
444.462	—	—	444.417	444.440	(2)	.418 (6), .455 (4) Cr
—	445.506	—	—	445.506	(1)	.476 (5) Fe, .516 (6) Ca
—	446.898	446.923	446.856	446.892	(1)	.879 (6)
—	447.625	—	—	447.625	(1)	.627 (6) Fe

Digitized by Google

Nr. 184	Nr. 214	Nr. 215	Nr. 218	Mittel	Bemerkungen	⊙
μμ	μμ	μμ	μμ	μμ		
448.211	448.179	448.184	448.168	448.186	(4)	.177 (4) Fe, .141 (5) Mg
—	—	450.161	—	450.161	(1)	.150 (6) Ti
453.523	453.460	—	—	453.492	(1)	.508 (4) Ni
455.112	455.034	455.069	455.061	455.069	(2)	.990 (6) Fe, .107 (4) Fe, Cr, Mn

Eine Vergleichung dieser Linien mit denen von α Lyrae zeigt, dass der grössere Theil der einigermassen kräftigeren Linien beiden Spectren gemeinsam ist, dass dagegen in den schwächeren Linien weniger Uebereinstimmung herrscht, was übrigens nicht verwundern darf, da ja auch bei den verschiedenen Aufnahmen desselben Spectrums in dieser Beziehung keine besondere Uebereinstimmung zu erkennen ist; es ist eben reiner Zufall, welche von den an der Grenze der Sichtbarkeit liegenden Linien gemessen werden.

β Ursae majoris.

Aufnahmen: Nr. 138, scharf und kräftig.
Nr. 143, sehr scharf und kräftig.

Die Aufnahme Nr. 143 ist fälschlich dem Stern ζ Ursae majoris zugeschrieben worden. Es steht nach Ausweis des Aussehens der $H\gamma$-Linie ausser Frage, dass hier eine Verwechselung vorliegt. Hiermit ist auch die Bemerkung im VII. Bande, 1. Theil, pag. 145, erledigt, indem dadurch der Widerspruch mit den Pickering'schen Beobachtungen von ζ Ursae majoris aufgehoben wird.

Die $H\gamma$-Linie ist sehr breit und intensiv, also wenig oder gar nicht aufgehellt. Intensitätscurve Nr. 2. Die übrigen Linien sind mit wenigen Ausnahmen sehr scharf.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr. 138	Nr. 143	Mittel	Bemerkungen	⊙
μμ	μμ	μμ		
—	421.611	421.611	(2)	.574 (9) Sr, .645 (6) Fe
422.778	422.790	422.784	(3)	.767 (7) Fe
—	423.395	423.395	(3)	.387 (7) Fe
—	426.099	426.099	(1)?	.084 (9) Fe
426.278	—	426.278	(1)	.270 (1)
427.773	—	427.773	(2)	.770 (4) Mn, .802 (5) Fe
—	429.104	429.104	(3)	.077 (5) Fe, .145 (6) Fe, Ba
429.463	429.501	429.482	(2)	.464 (6) Fe
—	429.721	429.721	(1)	.718 (5) Ni
430.065	430.075	430.070	(2)	.060 (5) Mn
430.663	—	430.663	(1)	.643 (5), .671 (3)
430.901	430.887	430.894	(2)	.886 (6) Bi, Mn
431.101	—	431.101	(1)	.098 (4) Fe, .125 (3)
431.335	—	431.335	(1)	.338 (6)
431.547	—	431.547	(1)	.556 (8) Fe
—	432.159	432.159	(1)	.140 (4)
432.635	432.658	432.647	(2)	.622 (10) Fe
434.071	434.071	434.071	(6)	.071 (9) Hγ
435.230	—	435.230	(1) Scharf.	.223 (7) Mg

Digitized by Google

Nr. 138	Nr. 143	Mittel	Bemerkungen	⊙
μμ	μμ	μμ		
438.397	438.433	438.415	(2) Band.	.396 (8) Fe
438.596	438.595	438.596	(1) Band.	.576 (6) Fe
—	439.159	439.159	(2) Breit.	.134 (6) Fe, Ti, Cr
—	439.577	439.577	(2)	.584 (4)
440.495	440.535	440.515	(1) Kaum zu sehen.	.499 (8) Fe
—	441.576	441.576	(2)	.559 (6) Fe
441.754	—	441.754	(2)	.734 (4) Cr, .779 (6) Ni
—	443.057	443.057	(1)	.030 (6) Fe, .089 (6) Fe
444.373	444.444	444.409	(2) Breit.	.357 (5) Fe, .418 (6)
—	446.887	446.887	(2)	.879 (6)
448.181	448.183	448.182	(5) Scharf.	.177 (4) Fe, [.141 (5) Mg]
448.951	448.922	448.937	(1) Breit.	.937 (5) Fe, Ba
—	449.220	449.220	(1)	.250 (4) Cr
—	450.188	450.188	(2)	.199 Cr, Ni
—	450.928	450.928	(2)	.903 (3) Cr, .952 (3)
—	451.595	451.595	(3)	.563 (5) Fe, .611 (1) Cr
—	453.442	453.442	(2)	.429 (5) Ni
—	455.023	455.023	(3)	.990 (6) Fe

In Bezug auf die kräftigeren Linien herrscht vollständige Uebereinstimmung mit dem Spectrum von ζ Ursae majoris, in den schwächeren kommen wieder Unterschiede vor. Im allgemeinen sind die Linien besser zu sehen, als bei ζ Ursae majoris.

ε Ursae majoris.

Aufnahmen: Nr. 139, recht scharf und kräftig.
Nr. 141, ziemlich scharf, etwas matt.

Die $H\gamma$-Linie ist recht breit und sehr intensiv, doch scheint sie etwas aufgehellt zu sein. Entweder Intensitätscurve 2 bis 3 oder Intensitätscurve 6.

Das Aussehen des Spectrums entspricht vollständig demjenigen von β und ζ Ursae majoris.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr. 139	Nr. 141	Mittel	Bemerkungen	⊙
μμ	μμ	μμ		
419.908	—	419.908	(2) Breit.	.889 (6), .933 (7) Fe
421.117	—	421.117	(1)	.119 (6)
421.616	—	421.616	(1)	.574 (9) Sr, .645 (6) Fe
422.252	—	422.252	(1)	.245 (7) Fe
422.814	—	422.814	(2)	.817 (4)
423.027	—	423.027	(2)	.009 (6)
423.368	—	423.368	(3) Breit.	.345 (6), .387 (7) Fe
423.949	—	423.949	(2)	.910 (7) Fe, .968 (5)
424.299	—	424.299	(3) Breit.	.298 (5) Fe
425.177	—	425.177	(2) Doppellinie.	.167 (3)
425.503	—	425.503	(1)	.468 (9) Cr, Ni, .528 (5) Fe
426.293	—	426.293	(2)	.270 (1), 309 (4)
427.012	—	427.012	(2)	.019 (5)

Digitized by Google

Nr. 139	Nr. 141	Mittel	Bemerkungen	⊙
μμ	μμ	μμ		
429.092	—	429.092	(1) Kaum zu sehen.	.077 (5) Fe
—	429.535	429.535	(2)	.528 (3)
429.679	—	429.679	(1) Kaum zu sehen.	.671 (3)
—	430.890	430.890	(2) Scharf.	.886 (6) Bi, Mn
431.346	—	432.346	(1) Scharf.	.338 (6)
432.628	432.660	432.644	(3) Scharf.	.622 (10) Fe
434.071	434.071	434.071	(6)	.071 (9) Hγ
—	438.455	438.455	(1) Breit.	.463 (4) Cr, Ni
—	439.545	439.545	(2) Breit.	.533 (7) Fe
—	441.518	441.518	(2)	.510 (8) Fe
—	442.376	442.376	(1)	.332 (5) Fe, .398 (5) Fe
443.051	—	443.051	(1)?	.030 (6) Fe, .089 (6) Fe
446.890	—	446.890	(1)?	.879 (6)
447.645	—	447.645	(1)	.627 (6) Fe
448.165	448.182	448.174	(5) Scharf.	.177 (4) Fe
450.123	—	450.123	(1) Scharf.	.150 (6) Ti
451.609	—	451.609	(2) Breit.	.611 (1) Cr
453.437	—	453.437	(2)	.429 (5) Ni
455.007	454.958	454.983	(3) Scharf.	.990 (6) Fe
455.916	—	455.916	(3) Scharf.	.896 (4) Cr, .038 (4) Fe

Etwas auffallend ist das Fehlen der *Mg*-Linie bei λ 435.2 μμ, doch ist diese Linie auch bei β und ζ Ursae majoris nicht sehr hervortretend.

Ich komme nun zu denjenigen Sternen der Classe I*a*, bei welchen die Metalllinien schon so zahlreich sind, dass die Anwendung der ersten Messmethode bereits mehr Vortheil versprach, als die der zweiten. Die Wellenlängen der gemessenen Linien nebst ihrer Vergleichung mit dem Sonnenspectrum sind daher schon so publicirt, wie die später folgenden der Classe II*a*.

β Aurigae.

Ausgemessen ist Nr. 222, sehr scharfes und schönes Spectrum.

Es ist dies die einzige von den 7 Aufnahmen, welche ausgemessen werden konnte, da bei keiner anderen der Zeitpunkt, in welchem sich die Spectra der beiden Componenten des engen Doppelsterns vollständig decken, mit solcher Schärfe getroffen worden ist. Infolge dessen fehlen auf den anderen Aufnahmen alle schwachen Linien und die stärkeren erscheinen matter und verbreitert, oder aber doppelt. So weit sich erkennen lässt, scheinen alle Linien doppelt zu werden, so dass man annehmen kann, dass die Spectra der beiden Componenten vollständig identisch sind.

Die *Hγ*-Linie ist sehr breit und intensiv und nicht merklich aufgehellt. Intensitätscurve Nr. 2 bis Nr. 3. Von den 53, meist sehr schwachen Metalllinien sind 34 mit Eisenlinien zu identificiren; doch weichen die relativen Intensitäten derselben auffallend stark von denen im Sonnenspectrum ab. Von anderen Metallen ist mit Sicherheit Magnesium durch seine beiden Linien nachgewiesen, ferner noch Calcium und Barium.

Digitized by Google

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr.	N. L.	W. L.	Bemerkungen	⊙
		μμ		
1		417.948	(2) Breit.	.957 (7) Ba
2	23	418.200	(2)	.200 (8) Fe
3	24	418.802	(1)?	.802 (9) Fe
4		419.220	(1)	.234 (5)
5		419.928	(1)	.933 (7) Fe
6	27	420.227	(3)	.227 (9) Fe
7		420.495	(2)	.496 (5)
8	29	421.059	(1)	.059 (8) Fe
9	30	421.610	(1)	.574 (9) Sr, .645 (6) Fe
10		421.960	(1)	.959 (8) Fe
11		422.728	(3) Sehr breit.	.700 (10) Ca, .767 (7) Fe
12	33	422.991	(2)	.972 (5) Fe, .009 (6)
13		423.338	(4) Sehr breit.	.345 (6)
14	34	423.621	(1) Breit.	.621 (9) Fe
15	35	424.282	(1) Breit.	.265 (5) Ba, .298 (5) Fe
16	37	425.079	(4) Breit.	.045 (8) Fe, .113 (9) Fe
17	38	425.498	(2)	.468 (9) Cr, .528 (5) Fe
18	39	426.084	(2)	.084 (9) Fe
19		426.245	(1)?	.233 (5)?
20	41	427.217	(3) Breit.	.217 (9) Fe
21		428.278	(2)	.287 (5) Fe
22	44	429.051	(1) Breit.	.024 (6) Mn, .077 (5) Fe
23	45	429.464	(3) Breit.	.464 (6) Fe
24		429.741	(2)	.751 (5)
25		430.035	(1)	.014 (1) Mn, .060 (5) Mn
26	48	430.840	(4)	.840 (8) Fe
27		431.025	(2)	.020 (5) Fe
28	49	431.338	(2)	.338 (6)
29		431.546	(2)	.556 (8) Fe
30		432.326	(1)	.296 (1) Ba
31	51	432.622	(1) Breit.	.622 (10) Fe
32		432.863	(1)	.867 (3) Mn
33	54	434.071	(6)	.071 (9) Hγ
34	56	435.223	(1)	.223 (7) Mg
35		437.535	(2) Breit.	.534 (6) Cr, Mn
36	61	438.396	(2)	.396 (8) Fe
37	63	439.533	(1) Breit.	.533 (7) Fe
38	65	440.499	(2)	.499 (8) Fe
39	67	441.535	(1)	.510 (8) Fe, .559 (6) Fe
40		442.868	(1)	.881 (5)
41	70	443.060	(1)?	.030 (6), .089 (6) Fe?
42		446.865	(1) Sehr breit.	.879 (6)
43	79	447.627	(1)?	.627 (6) Fe
44		448.164	(6) Sehr breit!	.141 (5) Mg
45		448.936	(2)	.937 (5) Fe
46	82	450.150	(2) Breit.	.150 (6) Ti
47	83	450.853	(1) Sehr breit.	.853 (5) Fe
48		452.073	(2)	.050 (5) Fe
49	85	452.331	(1)	.296 (6) Fe, .365 (4) Fe
50	86	452.940	(3)	.894 (7) Fe, .986 (5) Fe
51		453.475	(2)	.429 (5) Ni, .508 (4) Ni
52		454.286	(2)?	.280 (4) Fe
53	88	455.049	(5)	.990 (6) Fe, .107 (4) Fe

Digitized by Google

Erläuterungen.

Nr. 1. Enthält wohl noch die Linien .910 (6) und .061 (5).
» 3. Die nahe stehende Componente .731 (8) Fe der sehr starken Eisendoppellinie ist nicht angedeutet; auch die vorhandene Linie ist auffallend schwach gegenüber der im Sonnenspectrum.
» 4. Existenz wohl fraglich.
» 12. Möglicherweise auch bloss mit der Eisenlinie identisch.
» 13. Enthält wahrscheinlich noch die Eisenlinie .387 (7) Fe.
» 19. Existenz sehr fraglich.
» 20. Die andere Componente .154 (8) Fe der Eisendoppellinie ist nicht mit Sicherheit angedeutet.
» 25. Existenz fraglich.
» 30. Existenz fraglich.
» 31. Verhältnissmässig viel schwächer als im Sonnenspectrum.
» 32. Existenz fraglich.
» 35. Enthält vielleicht die Linie .492 (6) Fe.
» 40. Existenz fraglich.
» 45. Viel stärker als im Sonnenspectrum.
» 51. Identificirung fraglich.
» 53. Auffallender als in der Sonne.

γ Geminorum.

Aufnahmen: Nr. 236, sehr scharfes und schönes Spectrum.
Nr. 70, recht scharf, aber matt. Infolge des letzteren Umstandes sind die schwachen Linien besser zu erkennen, als auf Nr. 236.

Die $H\gamma$-Linie ist recht breit und intensiv, nicht aufgehellt. Intensitätscurve Nr. 2 bis Nr. 3. Von den Metalllinien sind die meisten sehr schwach und scharf. Die bei Weitem grösste Zahl der Linien fällt wieder mit Eisenlinien zusammen, auch hier mit gegen die Sonne abweichenden Intensitäten. Die Mg-Linie bei λ 448.1 $\mu\mu$ ist äusserst kräftig und sehr scharf. Calcium und Barium treten hervor; das Spectrum hat sehr grosse Aehnlichkeit mit dem von β Aurigae.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr.	N. L.	W. L. 236	W. L. 70	Bemerkungen 236	Bemerkungen 70	Mittel d. W. L.	⊙
		$\mu\mu$	$\mu\mu$			$\mu\mu$	
1	30	421.610	—	(1)	—	421.610	.574 (9) Sr, .645 (6) Fe
2	32	422.700	—	(1) Breit.	—	422.700	.700 (10) Ca
3		423.363	—	(4) Nicht sehr breit.	—	423.363	.345 (6), .387 (7) Fe
4	34	423.621	—	(1)	—	423.621	.621 (9) Fe
5	35	424.265	—	(2)	—	424.265	.265 (5) Ba
6	39	426.084	—	(1)?	—	426.084	.084 (9) Fe
7	41	427.187	—	(1)	—	427.187	.154 (8) Fe, .217 (9) Fe
8		428.099	—	(2)	—	428.099	.087 (5) Fe
9		428.284	—	(1)	—	428.284	.287 (5) Fe
10	44	429. —	.056	—	(1) Breit.	429.056	.077 (5) Fe
11	45	429.464	.464	(2)	(1)	429.464	.464 (6) Fe
12		429.712	—	(2) Breit.	—	429.712	.718 (5) Ni
13		430.061	—	(2)	—	430.061	.060 (5) Mn
14		430. —	.239	—	(2)	430.239	.237 (4)
15		430.385	.379	(1)	(1)	430.382	.364 (4), .401 (3)
16	48	430.840	.840	(2)	(4)	430.840	.840 (8) Fe

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L. 236	W. L. 70	Bemerkungen 236	Bemerkungen 70	Mittel d. W. L.	⊙
		μμ	μμ			μμ	
17	49	431.338	.338	(1)	(2)	431.338	.338 (6)
18		431.—	.559	—	(1)	431.559	.556 (8) Fe
19		431.—	.969	—	(1)?	431.969	?
20		432.—	.133	—	(2)	432.133	.123 (5) Fe
21	51	432.—	.622	—	(1)	432.622	.622 (10) Fe
22	54	434.071	.071	(6) Ganz breit u. verw.	(6) Ganz breit u. verw.	434.071	.071 (9) Hγ
23		435.—	.131	—	(1)	435.131	.137 (4)
24	56	435.—	.223	—	(2)	435.223	.223 (7) Mg
25	58	436.805	—	(2)	—	436.805	.805 (7) Fe
26		436.985	—	(1)?	—	436.985	.988 (4) Cr
27		437.—	.439	—	(1) Breit.	437.439	.401 (5) Fe, .464 (6)
28		437.522	—	(1)? Breit.	—	437.522	.492 (6) Fe, .534 (6) Cr, Mn
29	61	438.347	.396	(2)	(2)	438.396	.347 (4), .396 (8) Fe
30		438.—	.510	—	(1)?	438.510	.512 (6) Fe
31		438.571	.590	(2)	(1)	438.581	.576 (6) Fe
32		438.757	—	(1)?	—	438.757	.743 (5) Cr, .786 (5)
33		439.—	.126	—	(1)	439.126	.134 (6) Fe
34		439.—	.549	—	(2) Breit.	439.549	.533 (7) Fe
35		440.—	.021	—	(1)	440.021	.000 (6) Cr, Ni
36	65	440.499	.499	(2)	(2)	440.499	.499 (8) Fe
37	67	441.535	—	(1)	—	441.535	.510 (8) Fe, .559 (6) Fe
38	69	442.563	—	(1)?	—	442.563	.563 (7) Ca
39		444.443	—	(2) Breit.	—	444.443	.418 (6), .455 (4) Cr
40	74	445.081	—	(1)?	—	445.081	.081 (6) Fe
41	75	445.516	.516	(1)	(1)	445.516	.516 (6) Ca
42		445.975	—	(1)	—	445.975	.945 (6) Fe
43		446.—	.869	—	(2)	446.869	.879 (6)
44		446.916	—	(1)	—	446.916	?
45		448.130	.144	(6)!	(6)!	448.137	.141 (5) Mg
46		448.855	—	(1) Breit.	—	448.855	.847 (5) Fe
47		449.135	—	(1) Breit.	—	449.135	.102 (5) Fe, .163 (5) Mn
48	82	450.150	.150	(1) Breit.	(2)	450.150	.150 (6) Ti
49	83	450.853	.878	(1) Breit.	(1)	450.853	.853 (5) Ti, .903 (3) Fe
50	84	451.—	.563	—	(2) Breit.	451.563	.563 (5) Fe
51		452.045	.058	(2) Breit.	(2) Breit.	452.052	.050 (5) Fe
52	85	452.258	.296	(2)	(2)	452.296	.221 (3) Cr, .296 (6) Fe
53		453.—	.179	—	(1)	453.179	.140 (5) Fe, Sr, .193 (4) Fe
54		453.439	.454	(2) Breit.	(1) Breit.	453.447	.429 (5) Ni
55	88	454.990	.990	(4)	(4)	454.990	.990 (6) Fe
56		455.428	—	(1) Breit.	—	455.428	.434 (6) Ba
57	89	455.600	—	(1) Breit.	—	455.600	.576 (4), .633 (5) Fe
58	90	456.—	.587	—	(1)	456.587	.587 (6) Fe
59	91	457.187	.187	(2)	(1)	457.187	.200 (3) Fe
60		457.655	—	(1)	—	457.655	.666 (5)
61		457.—	.731	—	(1)	457.731	.749 (4) Mn
62		458.011	—	(2) Breit.	—	458.011	.038 (5) Fe
63		458.385	.357	(3)	(1) Breit.	458.371	.373 (4)

Erläuterungen.

Nr. 29. Der Ausgleichung nach passt auf Platte Nr. 236 die angegebene Wellenlänge. Ich halte dieselbe nicht für reell, sondern für durch ein Fleckchen verfälscht.

» 49. Auf Platte 70 ist die Mitte der beiden Linien gemessen.

» 52. Siehe Bemerkung für Nr. 29.

Digitized by Google

α Canis majoris.

Aufnahmen: Nr. 48, sehr scharf und ziemlich kräftig; sehr breit.
Nr. 68, sehr scharf, kräftig, sehr breit.

Die $H\gamma$-Linie ist sehr breit und ziemlich intensiv; bei den kräftigsten Aufnahmen ist auch die Mitte der Linie noch zur Wirkung gekommen, doch ist mit Bestimmtheit zu erkennen, dass die Linie nicht aufgehellt ist, sondern dass die Absorption eine nicht vollständige ist. Intensitätscurve Nr. 3. Die $H\delta$-Linie ist sehr gut zu erkennen, sie zeigt dasselbe Verhalten, ist aber sehr viel breiter. Die F-Linie ist auf zwei Aufnahmen vorhanden, sie scheint schmäler als die $H\gamma$-Linie zu sein.

Das Spectrum enthält eine grosse Anzahl scharfer, meist schwacher Linien, von denen ich 90 messen konnte. Unter diesen sind 54 mit Eisenlinien zu identificiren, was auch die directen Aufnahmen des Siriusspectrums mit dem Eisenspectrum bestätigen. Von den übrigen Metallen treten wieder Magnesium und Barium durch die Stärke ihrer Linien hervor. Die Abweichungen der Intensitäten der Eisenlinien gegen diejenigen in der Sonne sind sehr auffallend.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr.	N. L.	W. L. 48	W. L. 68	Bemerk. 48	Bemerkungen 68	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
1	3	404.—	.618	—	—	404.618	.618 (10) Fe
2	5	406.—	.388	—	(5)	406.388	.388 (9) Fe
3	6	407.—	.191	—	(3)	407.191	.191 (9) Fe
4	10	410.—	.200	—	Ganz breit u. ver-	410.200	.200 (9) Hδ
5	15	412.—	.795	—	(4) [waschen.	412.795	.795 (6) Fe
6		413.—	.088	—	(4)	413.088	.094 (4) Ba
7		413.—	.239	—	(2)	413.239	.231 (9) Fe
8	17	414.—	.414	—	(4)	414.414	.414 (9) Fe
9		417.—	.939	—	(1)	417.939	.910 (6), .957 (7) Ba
10	23	418.—	.200	—	(1)	418.200	.200 (8) Fe
11	24	418.—	.767	—	(1)	418.767	.731 (8) Fe, 802 (9) Fe
12	25	419.—	.165	—	(1) Breit.	419.165	.165 (7) Fe
13		419.—	.549	—	(1)	419.549	.561 (5) Ni
14		419.—	.888	—	Breit.	419.888	.846 (9) Fe, .933 (7) Fe
15	27	420.—	.227	—	(1)	420.227	.227 (9) Fe
16	30	421.610	.610	(2)	(4)	421.610	.574 (9) Sr, .645 (6) Fe
17		421.986	.982	—	(1)	421.984	.959 (8) Fe
18	31	422.245	.245	(1)	(1)	422.245	.245 (7) Fe
19		422.590	—	(1)	—	422.590	.569 (6) Fe, .625 (5) Fe
20		422.—	.766	—	(2) Breit.	422.766	.767 (7) Fe
21		423.351	.373	(4)	(5)	423.362	.345 (6), .387 (7) Fe
22	34	423.621	—	(2)	—	423.621	.621 (9) Fe
23		423.930	—	(2) 2 Linien?	—	423.930	.910 (7) Fe
24	35	424.265	.298	(3)	(2)	424.282	.265 (5) Ba, .298 (5) Fe
25		425.044	—	(2) Breit.	—	425.044	.045 (8) Fe
26		425.—	.113	—	(2) 2 Linien?	425.113	.113 (9) Fe
27		425.321	—	(1) Breit.	—	425.321	.305 (4)
28	38	425.468	.468	(2)	(2)	425.468	.468 (9) Cr, Ni
29		425.834	.853	(2)	(1)	425.844	.860 (5) Fe
30	39	426.084	.084	(2)	(2)	426.084	.084 (9) Fe
31		426.260	.242	(2)	(2)	426.251	.233 (5)
32	41	427.217	.217	(3) Breit.	(3)	427.217	.217 (9) Fe

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L. 48	W. L. 68	Bemerk. 48	Bemerkungen 68	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
33		427.—	.407	—	(1)	427.407	.378 (6), .425 (6) Fe
34		427.582	—	(1)	—	427.582	.591 (6) Fe
35		427.872	—	(1)	—	427.872	.866 (5) Fe
36		428.490	—	(1)	—	428.490	.467 (5) Ni, .524 (5)
37		428.852	—	(1)	—	428.852	.863 (5) Fe
38		429.057	.062	(2)	(2)	429.060	.077 (5) Fe
39	45	429.464	.464	(3)	(2)	429.464	.464 (6) Fe
40		429.716	.705	(2)	(1)	429.711	.718 (5) Ni
41		430.059	.050	(2)	(1)	430.055	.060 (5) Mn
42		430.252	.230	(2)	(2)	430.241	.237 (4)
43		430.356	.382	(3)	(2)	430.369	.364 (4)
44	48	430.840	.840	(3)	(2)	430.840	.840 (8) Fe
45	49	431.338	.351	(2)	(1)	431.338	.338 (6)
46		431.539	.564	(3) 2 Linien?	(1)	431.552	.556 (8) Fe
47	51	432.622	.622	(2)	(2)	432.622	.622 (10) Fe
48		433.—	.812	—	(1)	433.812	.821 (5)
49	54	434.071	.071	(6)	(6)	434.071	.071 (9) Hγ
50		434.657	—	(1)	—	434.657	.655 (3) Mn
51		434.771	—	(1)	—	434.771	.787 (4)
52	56	435.223	.223	(3)	(3)	435.223	.223 (7) Mg
53		437.—	.012	—	(1)	437.012	.022 (6) Fe
54		437.—	.510	—	(2)	437.510	.492 (6) Fe
55	61	438.396	.396	(2)	(2)	438.396	.396 (8) Fe
56		438.589	.578	(1)	(2)	438.584	.576 (6) Fe
57		439.114	.097	(1)	(2)	439.106	.088 (5) Fe, .134 (6) Fe
58		439.—	.398	—	(1)	439.398	.382 (4) Cr
59	63	439.533	.533	(2)	(2)	439.533	.533 (7) Fe
60	64	440.000	.000	(2)	(1)	440.000	.000 (6) Cr, Ni
61	65	440.499	.499	(2)	(2)	440.499	.499 (8) Fe
62		441.689	—	(2)	—	441.689	.687 (5) Cr
63	72	444.270	.270	(1)	(1)	444.270	.270 (6) Fe
64		445.—	.547	—	(1)	445.547	.516 (6) Ca, .569 (5) Mn, Cr
65		446.832	.872	(2)	(2)	446.852	.879 (6)
66	79	447.627	.627	(2)	(2)	447.627	.627 (6) Fe
67		448.121	.154	(6)!	(6)!	448.138	.141 (5) Mg
68		449.—	.170	—	(2)	449.170	.163 (5) Mn
69		450.—	.150	—	(2)	450.150	.150 (6) Ti
70	83	450.853	.853	(2)	(1)	450.853	.853 (5) Fe
71	84	451.563	.583	(1)	(1)	451.563	.563 (5) Fe
72		451.—	.829	—	(1)	451.829	.829 (4) Cr
73		452.064	.056	(1)	(1)	452.060	.050 (5) Fe
74	85	452.296	.296	(2)	(2)	452.296	.296 (6) Fe
75		452.912	—	(1)	—	452.912	.894 (7) Fe
76		453.434	.448	(3) Breit.	(5)	453.441	.429 (5) Ni
77		454.202	.212	(1)	(1)	454.207	.183 (4) Cr
78		454.718	—	(2)	—	454.718	.728 (5) Fe
79	88	454.990	.990	(5)	(5)	454.990	.990 (6) Fe
80		455.393	.410	(1)	(1)	455.402	.381 (1), .434 (6) Ba
81	89	455.633	.633	(2)	(2)	455.633	.633 (5) Fe
82		455.910	.889	(3)	(2)	455.900	.896 (4) Cr
83	91	457.231	.231	(2)	(2)	457.231	.231 (7) Ti, Cr
84		457.670	.664	(1)	(1)	457.667	.666 (5)
85		458.377	.398	(2)	(2)	458.388	.373 (4)

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L. 48	W. L. 68	Bemerk. 48	Bemerkungen 68	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
86		458.828	.825	(1)	(2)	458.827	.804 (3), .856 (5) Cr
87	93	459.295	—	(1)	—	459.295	.295 (7) Fe
88		463.902	—	(1)	—	463.902	.885 (1), .924 (1)
89		465.014	—	(2)	—	465.014	.030 (3) Fe
90	95	465.482	—	(1)	—	465.482	.482 (7) Fe

Erläuterungen.

Nr. 35. Ist auf Platte 48 nicht als Normallinie erkannt.
» 71. Ist auf Platte 68 nicht als Normallinie erkannt.

α *Canis minoris.*

Aufnahmen: Nr. 77, sehr scharf, etwas matt.
Nr. 62, recht scharf, jedoch nicht ganz so wie die vorige.

Das Spectrum ist ein Uebergang zwischen I*a* und II*a*. Die Wasserstofflinien sind etwas breiter und verwaschener als im Sonnenspectrum, erreichen jedoch nicht entfernt die Breite wie in irgend einem anderen Sterne des Typus I*a*. Im Uebrigen zeigt das Spectrum eine ganz ausserordentliche Aehnlichkeit mit dem Sonnenspectrum, nur sind alle Linien viel schwächer als in letzterem, so dass bei kräftig exponirten Aufnahmen nur die stärksten Linien sichtbar bleiben. Specielle Abweichungen vom Sonnenspectrum kommen nur wenig vor. Man erhält den Anblick des Procyonspectrums einigermassen, wenn man ein Sonnenspectrum durch eine angehauchte Glasplatte betrachtet. Mit Sicherheit kräftiger als in der Sonne erscheint die *Mg*-Linie bei λ 448.1 μμ, und auch dies zeigt an, dass der Stern noch Anklang an die Classe I*a* hat. Nach dem ganzen Charakter des Spectrums scheint mir die Möglichkeit einer Erklärung (Pickering) des Spectrums wie bei α Aquilae durch die Superposition zweier Spectra vom ersten und zweiten Typus gänzlich ausgeschlossen, vor allem müsste dann die *Hγ*-Linie, wenn auch stark aufgehellt, so doch viel breiter erscheinen. α Canis minoris ist übrigens schon sehr merklich gelb gefärbt und bildet auch in dieser Beziehung einen Uebergang zu II*a*.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr.	N. L.	W. L. 77	W. L. 62	Bemerkungen 77	Bemerkungen 62	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
1	35	424.265	—	3	—	424.265	.265 (5) Ba
2		424.392	—	3	—	424.392	.367 (7) Fe
3	36	424.559	—	2	—	424.559	.559 (7) Fe
4		424.704	—	2	—	424.704	.714 (7)
5		424.773	—	2	—	424.773	.772 (8) Fe
6		425.037	—	3	—	425.037	.045 (8) Fe
7	37	425.113	—	4	—	425.113	.113 (9) Fe
8		425.289	—	2 Breit.	—	425.289	.264 (3), .305 (4)
9	38	425.468	—	3	—	425.468	.468 (9) Cr, Ni
10		425.862	—	3	—	425.862	.860 (5) Fe
11	39	426.084	—	4 Breit.	—	426.084	.084 (9) Fe
12		426.230	—	2	—	426.230	.233 (5)

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L. 77	W. L. 62	Bemerkungen 77	Bemerkungen 62	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
13		426.464	—	(1)	—	426.464	.463 (5) Fe
14		426.560	—	(1)	—	426.560	.565 (5) Fe
15	40	426.814	—	(2) Breit.	—	426.814	.814 (6) Fe
16		427.144	—	(4)	—	427.144	.154 (8) Fe
17	41	427.217	—	(6)	—	427.217	.217 (9) Fe
18		427.385	—	(2) Breit.	—	427.385	.378 (6)
19	42	427.521	—	(3)	—	427.521	.521 (7)
20		427.612	—	(3)	—	427.612	.591 (6) Fe
21		427.856	—	(2)	—	427.856	.866 (5) Fe
22		427.988	—	(2) Band.	—	427.988	.994 (4) Fe
23		428.169	—		—	428.169	.142 (5) Mn
24		428.306	—	(2) Sehr breit.	—	428.306	.278 (5) Fe, .322 (3) Ca, Ba
25		428.458	—	(2)	—	428.458	.467 (5) Ni
26		428.843	—	(3)	—	428.843	.842 (5) Ni
27	44	429.024	—	(3)	—	429.024	.024 (6) Mn
28		429.084	—	(3)	—	429.084	.077 (5) Fe
29		429.162	—	(1)	—	429.162	.145 (6), .165 (6) Fe
30		429.264	—	(1)	—	429.264	.261 (6) Fe
31		429.349	—	(1)	—	429.349	.360 (6)
32	45	429.464	.464	(4)	(3)	429.464	.464 (6) Fe
33		429.563	—	(1)	—	429.563	.566 (5)
34		429.715	.705	(2) Breit.	(3)	429.710	.718 (5) Ni
35	46	429.951	.951	(4)	(4) Breit.	429.951	.951 (6)
36		430.067	.055	(2)	(2)	430.061	.060 (5) Mn
37		430.158	—	(1)	—	430.158	.162 (5)
38		430. —	.236	—		430.236	.237 (4)
39		430.275	—	(3) Sehr breit.	(2) Band.	430.275	.275 (5) Fe, Ca
40		430. —	.382	—		430.382	.364 (4), 401 (3)
41		430.615	.621	(3) Breit.	(2) Breit.	430.618	.591 (6) Mn, .643 (5)
42		430.733	—	(1)	—	430.733	.727 (6)
43	48	430.840	.840	(6)	(5)	430.840	.840 (8) Fe, Sr
44		430.989	.002	(3) Sehr breit.	(2) Breit.	430.996	.955 (6), .020 (5) Fe
45	49	431.338	.338	(3)	(3) Breit.	431.338	.338 (6)
46		431.460	.465	(3)	(2)	431.463	.462 (7) Mn
47		431.554	.561	(4)	(3)	431.558	.556 (8) Fe
48		431.725	—	(2)	—	431.725	.732 (4)
49	50	431.913	.913	(3)	(3) Breit.	431.913	.913 (7) Sr
50		432.122	.127	(4)	(3) Breit.	432.125	.123 (5) Fe
51		432.371	.380	(1)	(2)	432.376	.374 (4)
52		432.422	—	(1)	—	432.422	.432 (5)
53		432.542	.537	(2)	(2)?	432.540	.543 (7) Ba
54	51	432.622	.622	(5)	(4)	432.622	.622 (10) Fe
55		432.748	—	(1)	—	432.748	.751 (6) Fe
56		432.840	—	(2)	—	432.840	.834 (7) Fe
57		433.103	—	(2) Sehr breit.	—	433.103	.115 (4) Mn
58	53	433.720	.735	(3)	(1)	433.735	.704 (3), 735 (6) Fe
59		433.846	—	(2)	—	433.846	.855 (4)
60	54	434.071	.071	(6)	(6)	434.071	.071 (9) Hγ
61	55	434.469	.469	(2)	(2)	434.469	.458 (5), .479 (5) Fe
62		435.135	—	(1)	—	435.135	.137 (4)
63	56	435.223	.223	(4)	(3)	435.223	.223 (7) Mg
64		435.315	.304	(2)	(1)?	435.310	.312 (6) Fe
65		435.901	.906	(2)	(1)	435.904	.891 (6) Fe, 911 (5)

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L. 77	W. L. 62	Bemerkungen 77	Bemerkungen 62	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
66	57	436.001	.001	(2) Folgen Linien.	(2)	436.001	.001 (7) Zr, Ni, Cr
67	58	436.805	.805	(4)	(4) Breit.	436.805	.805 (7) Fe
68		436.992	.990	(3)	(4) Breit.	436.991	.988 (4) Cr, .022 (6) Fe, Ni
69	59	437.160	.160	(2)	(4)	437.160	.145 (6) Cr, .175 (6)
70		437.481	.508	(4)!	(5)!	437.495	.492 (6) Fe
71	60	437.638	.638	(3)	(2)	437.638	.638 (6) Fe
72		437.845	—	(1)?	—	437.845	.821 (4), .869 (5)
73		438. —	.119	—	(1)?	438.119	.118 (5) Cr
74	61	438.375	—	(6)	—	438.375	.375 (5) Cr
75		438. —	.409	—	(6)	438.409	.396 (8) Fe, .421 (6)
76		438.523	—	(3) Ganz breit.	—	438.523	.512 (6) Fe
77		438. —	.602	—	(2)	438.602	.576 (6) Fe, .646 (4)
78		438.705	.737	(2) Breit.	(1)	438.721	.724 (5) Cr
79	62	438.855	.880	(1) Breit.	(1)	438.880	.829 (5) Fe, .880 (6) Fe
80		439.121	.153	(2)	(2)	439.137	.134 (6) Fe
81		439.425	—	(1)	—	439.425	.440 (5) Cr
82	63	439.546	.546	(4)	(4)	439.546	.533 (7) Fe, .558 (5) Cr
83		439.857	—	(2)	—	439.857	.862 (1)?
84	64	440.000	.000	(3)	(3) Band.	440.000	.000 (6) Cr, Ni
85		440.176	.184	(4)	(4) Band.	440.180	.168 (6) Fe
86		440.346	—	(3)	—	440.346	.339 (5)
87	65	440.499	.499	(6)	(6)	440.499	.499 (8) Fe
88		440.833	.843	(2) Ganz breit u.	(1) Sehr breit.	440.838	.785 (6) Fe, .864 (6) Fe
89	67	441.535	.535	(5) [verwasch.	(6) Breit.	441.535	.510 (8) Fe, .559 (6)
90		441.663	—	(3)	—	441.633	.615 (3), .648 (4)
91		441. —	.762	— Band.	(1) Ganz breit.	441.762	.779 (6) Ni
92		441.844	—	(2)	—	441.844	.843 (5)
93	68	442.239	.239	(1) Ganz breit u.	(2) Sehr breit.	442.239	.208 (4), .269 (6) Fe
94	69	442.563	.563	(3) [verwasch.	(3)	442.563	.563 (7) Ca
95		442.748	.763	(3)	(4)	442.756	.746 (7) Fe
96	70	443.060	.060	(2) Breit.	(3) Breit.	443.060	.030 (6) Fe, .089 (6) Fe
97		443.244	—	(1)	—	443.244	.242 (4) Cr
98		443.362	—	(1)	—	443.362	.353 (6) Fe
99	71	443.533	.566	(3)	(2) Sehr breit.	443.533	.533 (8) Ca, .599 (6) Ca
100		444.218	—	(2)	—	444.218	.207 (5) Cr
101		444. —	.270	— Band.	(1) Band, verwasch.	444.270	.270 (6) Fe
102		444.452	.488	(3)		444.470	.455 (4) Cr, .494 (4) Mn, Cr
103		444.717	—	(2)	—	444.717	.721 (5) Fe
104	73	444.812	.812	(2) Band.	(3)	444.812	.812 (6) Fe
105	74	445.081	.081	(4)	(2)	445.081	.081 (6) Fe
106		445.208	—	(2)	—	445.208	.196 (5) Mn
107		445. —	.340	—	(2)	445.340	.335 (5) Mn
108	75	445.516	.496	(6)	(4)	445.516	.476 (5) Fe, .516 (6) Ca, Mn
109		445.637	—	(2)	—	445.637	.624 (6) Ca
110		445. —	.759	—	(2)	445.759	.741 (4) Mn, .787 (6) Mn
111		445.958	.923	(3)	(3)	445.941	.945 (6) Fe
112	76	446.198	.198	(4) Breit.	(4) Sehr breit.	446.198	.198 (5) Fe
113		446.488	.497	(4)	(3)	446.493	.477 (5) Mn, Cr, .508 (5) Cr
114	77	446.684	.684	(4)	(3)	446.684	.684 (6) Fe
115		446.863	.869	(3)	(3)	446.866	.879 (6)
116		446.940	.982	(3)	(2) Band.	446.961	.964 (6) Fe
117		447.104	—	(2) Breit.	—	447.104	.114 (4)
118	78	447.305	—	(3)	(3)	447.305	.305 (6) Mn, Cr

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L. 77	W. L. 62	Bemerkungen 77	Bemerkungen 62	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
119	79	447.627	.627	(4)	(4)	447.627	.627 (6) Fe
120		448. —	.004	—	(2)	448.004	.981 (5) Fe, .030 (5) Fe
121		448.140	.148	(5)!	(3)	448.144	.141 (5) Mg
122	80	448.237	.268	(2)	(2)	448.237	.237 (7) Fe, .299 (5) Fe
123		448.436	.439	(2)	(2)	448.438	.447 (5) Fe
124		448.599	—	(2)	—	448.599	.592 (5) Fe
125		448.841	.877	(1) Band.	(2)	448.859	.847 (5) Fe
126		449.166	—		—	449.166	.163 (5) Mn
127	81	449.477	.477	(4) Breit.	(3)	449.477	.477 (6) Fe
128		449.720	.742	(3)	(2)	449.731	.713 (5) Fe
129	82	450.150	.150	(5)	(4)	450.150	.150 (6) Ti
130	83	450.853	.853	(4)	(4)	450.853	.853 (5) Fe
131		451.302	.278	(2)	(2)?	451.290	.301 (5) Mn
132	84	451.563	.563	(2)	(3)	451.563	.563 (5) Fe
133		451.847	—	(2) Breit und ver-	—	451.847	.829 (4) Cr, .867 (3) Fe
134		452.032	.057	(3) Breit. [wasch.	(3)	452.045	.050 (5) Fe
135	85	452.296	.296	(4)	(4)	452.296	.296 (6) Fe
136		452.548	.536	(3)	(2) Breit.	452.542	.542 (5) Fe
137	86	452.894	.894	(3)	(3)	452.894	.894 (7) Fe
138		453.143	.131	(4)	(4) Breit.	453.137	.140 (5) Fe
139		453. —	.395	—	(4) Sehr breit.	453.395	.347 (5) Fe, .429 (5) Ni
140		453.435	—	(3) Sehr breit u.	—	453.435	.429 (5) Ni
141	87	453.627	.609	(4) [verwasch.	(4) Breit.	453.618	.590 (6) Cr, .627 (6)
142	88	454.990	.990	(6)	(6)	454.990	.990 (6) Fe
143		455.436	—	(2)	—	455.436	.434 (6) Ba
144		455.633	—	(3)	—	455.633	.633 (5) Fe

Erläuterungen.

Nr. 22—23. Das Band enthält noch: .020 (5) Fe, .047 (5), .087 (5) Fe.
» 38—40. Das Band enthält noch: .314 (6), .341 (3).
» 44. Dazwischen noch: .990 (5).
» 57. Hier befinden sich folgende, gleich starke Linien: .038 (4), .068 (4), .115 (4) Ni, .133 (4), .144 (4) Fe.
» 58. Auf beiden Platten verschieden gemessen.
» 70. Hier stehen dicht dabei die starken Linien: .464 (6) und .534 (6) Cr, Mn, daher auffallend stark.
» 79. Auf Platte 77 ist die Mitte beider Linien gemessen.
» 88. Dazwischen: .837 (4) Cr, Mn.
» 90—92. Das Band enthält noch: .687 (5) Cr, .734 (4) Cr.
» 99. Auf Platte 65 ist die Mitte der beiden Linien gemessen.
» 100—102. Das Band enthält noch: .320 (4), .357 (5) Fe, .418 (6).
» 103—104. Das Band enthält noch: .751 (5) Mn.
» 108. Auf Platte 65 ist die Mitte der beiden Linien gemessen.
» 122. Auf Platte 65 ist die Mitte der beiden Linien gemessen
» 125—126. Das Band enthält noch: .914 (3) Cr, .937 (5) Fe, .995 (5) Fe, .035 (5) Fe, .102 (5) Fe.
» 131. Auf Platte 65 ist wahrscheinlich die Mitte aus dieser und der Linie .250 (3) Cr gemessen.

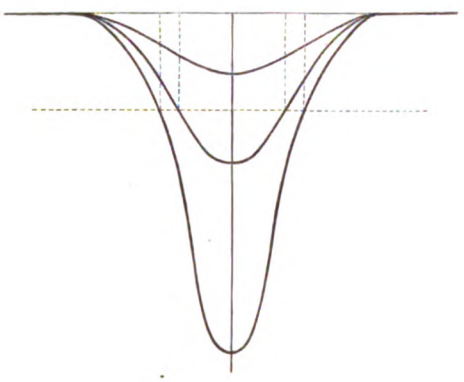
Digitized by Google

2. Classe Ib.

Bereits in meiner »Spectralanalyse der Gestirne« habe ich pag. 271 darauf aufmerksam gemacht, dass die nach directen Beobachtungen eingeführte Definition dieser Unterabtheilung der Classe I nicht zutreffend ist und dies auch nicht sein kann, da die directen Beobachtungen keinen Aufschluss über das wirkliche Aussehen der Linien geben. Ich habe dann selbst nach Ausweis der hiesigen spectrographischen Aufnahmen folgende Charakteristik für die Spectra der Classe I*b* aufgestellt: »Spectra, in denen die Wasserstofflinien und die wenigen Metalllinien alle von nahe gleicher Breite und scharfer Begrenzung erscheinen.«

In Bezug auf ihre Breite stehen die Linien etwa in der Mitte zwischen denen der Classe I*a* und II*a*. Die Begrenzung der Linien ist in Anbetracht ihrer Breite eine ganz auffallend scharfe, dabei ist aber ihre Intensität sehr verschieden; manche sind nur äusserst matt und kaum erkennbar, andere sehr kräftig und dunkel. Eine Erklärung der scharfen Begrenzung trotz ziemlicher Breite ist ähnlich wie für die Typen der Wasserstofflinien der Classe I*a* sehr einfach in folgender Weise zu geben:

In nebenstehender Figur sind drei Intensitätscurven der Absorptionslinie dargestellt, welche bei gleicher Breite sich durch die Grösse der Maximalintensität unterscheiden; die Ursache für die Unterschiede der Maximalintensitäten ist durch die Verschiedenheit der Temperaturdifferenzen zwischen Photosphäre und absorbirender Gashülle gegeben. Denkt man sich nun durch die punktirte, der Abscissenaxe parallele Linie diejenige Intensitätsgrenze dargestellt, unterhalb welcher eine Lichteinwirkung auf der photographischen Platte (bei gegebener Expositionszeit) nicht mehr wahrgenommen wird, so stellt, wie früher erwähnt, die obere Curve den Intensitätsverlauf der nicht aufgehellten Wasserstofflinien der Classe I*a* dar. Bei den beiden unteren Curven entspricht dem inneren Theile der punktirten Linie eine Strecke absoluter Dunkelheit, um deren Betrag die Verwaschenheit verkürzt wird, und es ist klar, dass dies um so mehr geschieht, je grösser der Temperaturunterschied zwischen Gas und Lichtquelle wird. Unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Breite der Linien würde hiernach folgen, dass bei den Fixsternen vom Typus I*b* verhältnissmässig nicht sehr hohe, aber stark abgekühlte Wasserstoffatmosphären vorhanden sind.



Bei den Metalllinien müssen ähnliche Verhältnisse vorliegen, da sie ja von der gleichen Breite bei scharfer Begrenzung sind, also auch bei ihnen ein sehr starker Intensitätsabfall vorhanden ist; eine gewisse Schwierigkeit bereitet aber die Erklärung ihrer z. Th. sehr starken Aufhellung, resp. ihres matten Aussehens.

ε Orionis.

Aufnahmen: Nr. 82, etwas matt, wenig scharf.
Nr. 103, etwas matt, aber recht scharf.

Die $H\gamma$-Linie ist mässig breit, ziemlich scharf, stark aufgehellt. Die übrigen Linien haben fast dasselbe Aussehen wie die $H\gamma$-Linie, sind aber matter.

Digitized by Google

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr. 82	Nr. 103	Bemerkungen	Mittel	⊙
μμ	μμ		μμ	
434.071	434.071	S. oben.	434.071	.071 (9) Hγ
438.840	—	Matt.	438.840	.829 (5) Fe, .880 (6) Fe
447.170	447.188	Kräftig.	447.179	.151 (4), .193 (3) Orionlinie
—	453.656	Sehr schwach.	453.656	.627 (6), .681 (3) Cr
455.245	455.297	Sehr schwach.	455.271	.281 (5) Fe

Die Orionlinie ist sehr deutlich, ungefähr so stark wie *Hγ*; auch die *Mg*-Linie (λ 448 μμ) scheint vorhanden zu sein, ist aber so schwach, dass nicht auf sie eingestellt werden kann. Die übrigen Linien werden schwerlich mit den angegebenen Sonnenlinien identisch sein.

β Orionis.

Aufnahmen: Nr. 17, recht kräftig und scharf.
Nr. 24, sehr gut.
Nr. 49, scharfes, etwas mattes Spectrum.
Nr. 65, Spectrum matt und nicht ausgedehnt, aber recht scharf.
Nr. 96, recht gut.
Nr. 101, Spectrum matt.
Nr. 112, kräftig, aber nicht sehr scharf.
Nr. 166, recht gut.
Nr. 231, kräftiges und scharfes Spectrum.

Die *Hγ*-Linie ist sehr scharf begrenzt und deutlich aufgehellt. Auch die anderen Linien sind alle sehr scharf.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr. 17	Nr. 24	Nr. 49	Nr. 65	Nr. 96	Nr. 101	Nr. 112	Nr. 166	Nr. 231	Bemerkungen	Mittel	⊙
μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ		μμ	
410.200	410.200	410.200	410.200	410.200	410.200	410.200	410.200	410.200	(6)	410.200	410.200 (10) Hδ
—	412.185	—	—	—	—	—	—	412.193	(3)	412.189	412.159 (7) Co, Cr, .207
412.868	—	—	—	—	412.833	—	—	—	(5)	412.851	412.836 (6) [(6) Fe, Cr
—	—	—	—	412.915	—	—	—	—	(3)?	412.915	412.902 (5)
413.125	413.166	—	—	413.165	413.138	—	413.108	413.133	(3)	413.139	413.141 (4)
—	414.256	—	—	—	—	—	—	—	(4)?	414.256	414.249 (6), .274 (6)
—	414.461	—	—	414.485	—	—	414.455	414.446	(1)	414.462	?
—	423.367	423.344	—	423.377	—	423.350	423.346	423.344	(1)	423.355	423.345 (6)
426.773	426.774	426.784	426.795	426.788	426.772	426.799	426.798	426.817	(1)	426.789	426.777 (4)
434.071	434.071	434.071	434.071	434.071	434.071	434.071	434.071	434.071	(6)	434.071	434.071 (9) Hγ
435.215	435.203	435.181	435.227	—	—	—	435.171	435.215	(1)	435.202	435.223 (7) Mg
438.824	438.828	438.829	438.813	438.810	438.802	438.814	438.818	438.834	(1)	438.819	438.829 (5) Fe
—	443.778	443.751	443.805	—	—	—	—	—	(1)	443.778	443.803 (4) Sr
—	444.682	—	—	—	—	—	—	—	(4)?	444.682	444.678 (1)
447.158	447.189	447.162	447.154	447.155	447.176	447.149	447.157	447.199	(4)	447.167	447.151 (4)
448.139	448.163	448.132	448.130	448.119	448.151	448.119	448.132	448.165	(5)	448.139	448.141 (5) Mg
454.954	454.958	454.933	454.919	—	—	—	454.904	454.959	(1)	454.938	454.908 (4)

Digitized by Google

Nr. 17	Nr. 24	Nr. 49	Nr. 65	Nr. 96	Nr. 101	Nr. 112	Nr. 166	Nr. 231	Bemerkungen	Mittel	⊙
μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ		μμ	
—	—	—	—	—	—	—	—	455.310	(1)?	455.310	455.281 (5) Fe
—	—	—	—	455.841	—	—	—	—	(1)?	455.841	455.836 (3) Fe
—	—	458.338	458.327	458.344	—	—	458.332	—	(1)	458.335	458.317 (5)
458.409	458.414	—	—	—	—	—	—	458.453	(1)	458.425	458.417 (6) Fe

Die Magnesiumlinie ist von fast genau derselben Intensität wie die *Hγ*-Linie, die Orionlinie ein wenig schwächer. Die übrigen Coincidenzen mit dem Sonnenspectrum sind sehr unsicher; die Linien bei λ 448.819 und λ 455.310 μμ sind zweifellos identisch mit den Linien 448.840 und 455.271 im Spectrum von ε Orionis, welche sich ausserdem auch in dem Spectrum der I*a*-Classe von γ Orionis (übrigens auch noch in einigen anderen Sternen) finden.

α Cygni.

Aufnahmen: Nr. 36, gut, aber etwas matt.
Nr. 149, sehr gut, scharf und kräftig.

Das Spectrum ist typisch für I*b*. Die *Hγ*-Linie ist genau so breit wie die anderen Linien, und alle sind recht scharf begrenzt.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr.	N. L.	W. L. 149	W. L. 36	Bemerkungen 149	Bemerkungen 36	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
1		423.366	.390	(6)!	(6)!	423.378	.378 (7) Fe
2	35	424.298	.298	(3)	(3)	424.298	.298 (5) Fe
3		424.718	.714	(2)	(1)	424.716	.714 (7)
4		425.887	.887	(2)	(1)	425.887	.860 (5) Fe, .900 (5) Fe
5		426.257	.263	(2)	(1)	426.260	?
6	41	427.217	—	(1)	—	427.217	.217 (9) Fe
7		427.408	.400	(3)	(1)	427.404	.425 (6) Fe
8		427.623	.635	(2)	(1)	427.629	.591 (6), .649 (3) Fe
9		428.481	—	(1)	—	428.481	.467 (5) Ni
10		428.862	—	(2)	—	428.862	.863 (5) Fe
11		429.087	.086	(5) Verwaschen.	(2)	429.087	.077 (5) Fe
12	45	429.464	.464	(6)	(2)	429.464	.464 (6) Fe
13		429.708	.737	(6)	(2)	429.723	.718 (5) Ni
14		430.060	.073	(6)	(3)	430.067	.060 (5) Mn
15		430.384	.379	(6)	(3)	430.382	.364 (4), .401 (3)
16	48	430.840	.840	(5)	(3)	430.840	.840 (8) Fe
17	49	431.338	.353	(4)	(1)	431.338	.338 (6)
18		431.533	.562	(2) Doppelt?	(3) Doppelt.	431.548	.556 (8) Fe
19		432.136	.165	(1) 2 Linien?	(1)	432.151	.140 (4)
20	51	432.622	.622	(1)	(1)	432.622	.622 (10) Fe
21		433.852	.822	(1)	(2)	433.837	.834 (7) Fe
22	54	434.071	.071	(6)	(6)	434.071	.071 (9) Hγ
23	56	435.223	.223	(6)	(6)	435.223	.223 (7) Mg
24		435.—	.501	—	(1)	435.501	.495 (4)
25		435.801	—	(1)	—	435.801	.791 (4)
26	58	436.820	.820	(1)	(1)	436.820	.805 (7) Fe, .836 (5) Fe

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L. 149	W. L. 36	Bemerkungen 149	Bemerkungen 36	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
27		437.019	.013	(1)	(2)	437.016	.022 (6) Fe
28		437.495	.522	(1)	(2)	437.509	.492 (6) Fe
29		438.592	.578	(4)	(4) Nach Violett	438.585	.576 (6) Fe
30		439.119	—	(2)	— [verwasch.	439.119	.088 (5) Fe, .134 (6) Fe, Cr
31	63	439.546	.546	(5)	(3) Verwaschen.	439.546	.533 (7), .558 (5) Fe
32	64	440.000	.000	(2)	(2) Verwaschen.	440.000	.000 (6) Ni, Cr
33	65	440.499	—	(1)	—	440.499	.499 (8) Fe
34		441.700	.714	(6)! Nach Roth	(3)	441.707	.687 (5) Cr, .734 (4) Cr
35		443.370	—	(1) [verwasch.	—	443.370	.353 (6) Fe
36		444.397	.420	(6)	(3)	444.409	.418 (6)
37	74	445.081	.081	(1)	(1)	445.081	.081 (6) Fe
38		446.414	—	(1)	—	446.414	.430 (1)
39		446.862	.840	(4)	(3)	446.851	.819 (3), .879 (6) Cr
40	78	447.305	.305	(1)	(1)	447.305	.305 (6) Mn, Cr
41		448.124	.119	(6)!	(6)!	448.122	.141 (5) Mg
42		448.925	.909	(2)	(1)	448.917	.914 (3) Cr, .937 (5) Fe
43		449.172	.143	(5)	(3)	449.158	.163 (5) Mn
44	82	450.150	.150	(3)	(2)	450.150	.150 (6) Ti
45	83	450.853	.853	(5)	(4)	450.853	.853 (5) Fe
46	84	451.563	.563	(5)	(3)	451.563	.563 (5) Fe
47		452.064	.036	(4)	(3)	452.050	.050 (5) Fe
48	85	452.296	.296	(6)	(3)	452.296	.296 (6) Fe
49		453.424	.453	(4)	(3) Verwaschen.	453.439	.429 (5) Ni
50		454.212	.194	(2)	(2)	454.203	.183 (4) Cr
51	88	454.990	.990	(6)	(5)	454.990	.990 (6) Fe
52	89	455.600	.633	(3)	(4) Breit.	455.633	.576 (4), .633 (5) Fe
53		455.948	.919	(3) Verwaschen.	(4) Breit.	455.934	?
54		456.415	.421	(2)	(2)	456.418	.407 (5) Ti
55	91	457.231	.231	(3)	(3) Breit.	457.231	.231 (7) Ti, Cr
56		457.690	.717	(2)	(2)	457.704	?
57		458.411	.427	(5)	(5)	458.419	.417 (6) Fe
58		458.862	.850	—	(2)	458.856	.856 (5) Cr
59	93	459.—	.295	—	(1)	459.295	.295 (7) Fe
60		463.—	.09:	—	(4)	463.09:	?

Ganz hervorragend kräftig sind in α Cygni die beiden *Mg*-Linien; selbst die in den Sternen der Classe I*a* recht schwache Linie bei λ 435.2 $\mu\mu$ ist nahe so stark wie die $H\gamma$-Linie. Von den 60 gemessenen Linien fallen 31 mit Eisenlinien zusammen; auch von diesen sind einige sehr kräftig, z. B. die bei λ 423.3 und 458.4 $\mu\mu$.

Sehr auffallend sind die Intensitätsunterschiede der Eisenlinien in α Cygni gegen diejenigen in der Sonne. Die stärkste Eisenlinie der Sonne bei λ 432.6 $\mu\mu$ (10) ist nur sehr schwach vorhanden, und folgende starke Linien fehlen gänzlich: 423.6 (9), 424.8 (8), 425.1 (8) und (9), 426.1 (9), 438.4 (8), 441.5 (8); dafür sind die beiden oben genannten bei λ 423.3 und 458.4 $\mu\mu$ in der Sonne gar nicht auffallend stark.

Bemerkenswerth ist auch das gänzliche Fehlen der *Ca*-Linien; überhaupt ist das Spectrum von α Cygni eines der interessantesten von allen von mir untersuchten. Bei Gelegenheit der Untersuchung über das Spectrum von α Persei wird noch näher auf α Cygni zurückzukommen sein.

Digitized by Google

3. Classe Ic.

In der Einleitung zu den Untersuchungen der Spectra der Classe I*a* (S. 223 f.) ist bereits eine Erklärung des Erscheinens der hellen Linien auf continuirlichem Untergrunde, wodurch die Spectra der Classe I*c* charakterisirt sind, gegeben worden. Es konnten daraufhin zwei Intensitätscurven, Nr. 7 und Nr. 8, für die hellen Wasserstofflinien festgestellt werden.

Unter den hier untersuchten Sternen ist nur einer, der zur Spectralclasse I*c* gehört, nämlich γ Cassiopejae.

γ Cassiopejae.

Aufnahmen: Nr. 9, recht scharf, etwas matt.
Nr. 89, ziemlich scharf, etwas kräftiger.

In dem Spectrum ist ausser der hellen $H\gamma$-Linie nichts Anderes zu erkennen. Dieselbe erscheint in dem sehr schmalen Spectrum als überstehender Knoten von ziemlicher Breite, jedoch nicht ganz so breit, wie die dunklen Linien der Classe I*a*. Auf beiden Aufnahmen ist sehr deutlich zu erkennen, dass die helle Linie nicht in gleichförmigem Anstieg vom continuirlichen Spectrum aus beginnt, sondern dass die Intensität des letzteren an den Rändern der Linie zuerst nachlässt. Es steht also ausser Frage, dass die Intensitätscurve Nr. 7 vorliegt. Hiernach ist anzunehmen, dass die Wasserstoffatmosphäre von γ Cassiopejae eine sehr beträchtliche Ausdehnung gegenüber derjenigen des eigentlichen Kernes besitzt; dass die Breite der hellen Linien geringer ist als diejenige der Absorptionslinie, rührt daher, dass die Dichtigkeit der äusseren Theile der Atmosphäre, welche die weitaus grösste Fläche bilden, viel geringer ist, als diejenige der inneren Theile von geringerer Fläche.

Auch bei γ Cassiopejae könnte man das Vorhandensein eines Doppelspectrums vermuthen, herrührend von zwei eng zusammenstehenden Sternen, wovon einer der Classe I*a* angehören würde, während der andere helle Linien zeigte, ähnlich wie dies bei β Lyrae der Fall zu sein scheint. Für die eine Componente des Systems, deren Spectrum die hellen Linien enthält, bleibt aber doch immer wieder die Nothwendigkeit einer Erklärung übrig, wenn man nicht annehmen will, dass das Spectrum dieser Componente nicht continuirlich ist, sondern nur aus hellen Linien besteht, dass also diese Componente überhaupt kein Stern ist. Es lässt sich zur Zeit nichts Bestimmtes über diesen Punkt angeben; vorläufig scheint mir die ursprüngliche Hypothese noch ausreichend zu sein.

2. Die Spectra der Classe IIa—IIIa.

In den Spectren der Classe II*a* spielt der Wasserstoff noch immer eine Hauptrolle, aber nicht mehr eine so überwiegende wie in I*a*. Die Wasserstofflinien gehören noch zu den kräftigsten Linien des ganzen Spectrums, aber die Linien der anderen Metalle, speciell diejenigen von Eisen, Calcium, Magnesium und Natrium, sind von gleicher Stärke und gleichem Aussehen: scharf, nur wenig verwaschen und von grosser Schwärze. Von einer Aufhellung der Linien wie bei Classe I*a* kann keine Rede mehr sein, da die Atmosphären schon viel zu wenig ausgedehnt sind, wie das Beispiel unserer Sonne zeigt. Das Sonnenspectrum selbst lehrt, dass die Hauptunterschiede im Aussehen der Linien auf ihrer Breite beruhen, also von der Anzahl der betreffenden Moleküle abhängen, welche das von der Photosphäre herkommende Licht in der Atmosphäre der Sonne trifft. Weniger scheint der Unterschied in der wirklichen Intensität hervorzutreten, der nur auf verschiedene Temperatur der betreffenden Stoffe zurückgeführt werden könnte. Ich möchte glauben, dass die vorhandenen Intensitätsunterschiede — man spricht ja z. B. von ganz schwachen Linien im Sonnenspectrum — nur schein-

Digitized by Google

bare sind: Die schwachen, resp. matten Linien sind so ausserordentlich fein, dass für sie der Spalt schon viel zu weit, das Spectrum schon viel zu unrein ist, als dass sie in voller Schwärze erscheinen könnten. Es scheint mir dies deshalb wahrscheinlicher, weil auf der Sonne die sogenannte »absorbirende Schicht«, d. h. der obere Theil der Photosphäre, viel zu wenig ausgedehnt ist, als dass innerhalb derselben wesentliche Temperaturunterschiede bestehen könnten.

Dass die bei der folgenden Beschreibung der Spectra dieser Classe von mir eingeführten Intensitätsbezeichnungen eine ganz andere Bedeutung haben, ist schon früher aus einander gesetzt: in Spectren mit verhältnissmässig noch geringer Dispersion erscheinen Liniengruppen als breite Linien oder Bänder, deren Intensität natürlich von dem Verhältniss der von den Linien eingenommenen Strecken zu den Lücken abhängt.

Mit dem Spectrum von α Canis minoris hatte ich die Reihe der Spectra der Classe I*a* abgeschlossen; die Aehnlichkeit, welche dieses Uebergangsspectrum mit dem Sonnenspectrum besitzt, ist so bedeutend, dass man auch die Spectra der Classe II*a* mit diesem Spectrum hätte eröffnen können. Ich habe es indessen vorgezogen, das Sonnenspectrum als erstes zu geben; die Gründe, weshalb ich dieses Spectrum — wenn auch nur auf einer Platte — genau so behandelt habe wie die übrigen, sind bereits früher angegeben.

Sonne.

Gemessen ist die Aufnahme, welche als Normalspectrum gedient hat.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr.	N. L.	Bemerkungen	W. L.	⊙
			μμ	
1	23	(4)	418.200	.200 (8) Fe
2		(2)	418.432	.420 (6), .456 (5)
3		(1)	418.512	.512 (7) Fe
4		(3)	418.720	.731 (8) Fe
5	24	(4)	418.802	.802 (9) Fe
6		(3)	418.902	.901 (5)
7	25	(4)	419.165	.165 (7) Fe
8		(2) Sehr breit.	419.547	.511 (5), .561 (5) Ni, .584 (5) Fe
9		(2) Sehr breit.	419.682	.646 (5) Fe, .687 (5), 735 (5)
10	26	(4)	419.846	.846 (9) Fe
11		(3)	419.930	.933 (7) Fe
12		(2)	420.012	.021 (6)
13		(3)	420.098	.098 (6) Fe
14	27	(5)	420.227	.227 (9) Fe
15		(2)	420.414	.421 (7) Fe
16		(2) Sehr breit.	420.529	.496 (5), .532 (5), .573 (6) Fe
17	28	(2) Sehr breit.	420.690	.690 (7) Fe
18		(1) Breit.	420.876	.883 (6) Fe
19	29	(2) Folgen Linien.	421.059	.059 (8) Fe. Es folgen .119 (6), .157 (3), .211 (6)
20		(1)	421.290	.288 (6)
21		(2)	421.397	.385 (6) Fe
22	30	(5) Band.	421.574	.574 (9) Sr
23		(3) Band.	421.638	.645 (6) Fe
24		(8)	421.757	.749 (6), .780 (6) Fe
25		(1) Breit.	421.868	.854 (5), .897 (5)
26		(3)	421.960	.959 (8) Fe

Digitized by Google

Nr.	N. L.	Bemerkungen	W. L.	⊙
			μμ	
27		(2)	422.053	.059 (5) Fe
28	31	(2)	422.245	.245 (7) Fe
29		(1) Breit.	422.362	.336 (5), .380 (6)
30		(2) Breit.	422.459	.443 (5) Fe, .476 (5) Fe
31		(1)	422.570	.569 (6) Fe
32	32	(6) Band.	422.700	.700 (10) Ca
33		(3) Band.	422.755	.767 (7) Fe
34	33	(3)	422.991	.972 (5) Fe, .009 (6)
35		(1)	423.116	.129 (6) Ni
36		(1)	423.186	.191 (5)
37		(3) Sehr breit.	423.356	.345 (6), .387 (7) Fe
38		(1)	423.536	.550 (6) Ni
39	34	(5)	423.621	.621 (9) Fe
40		(3)	423.733	.745 (7) Fe
41		(1) Breit.	423.818	.791 (3), .832 (6) Fe
42		(2)	423.904	.910 (7) Fe
43		(2)	423.993	.011 (7) Fe
44		(1) Breit.	424.073	.068 (6) Ca
45	35	(3) Breit.	424.265	.265 (5) Ba
46		(3) Breit.	424.374	.367 (7) Fe
47	36	(3)	424.559	.559 (7) Fe
48		(1)	424.631	.636 (6) Fe
49		(2)	424.720	.714 (7)
50		(3)	424.774	.772 (8) Fe
51		(2) Breit.	424.877	.860 (6) Fe
52		(3)	425.033	.045 (8) Fe
53	37	(4)	425.113	.113 (9) Fe
54	38	(5)	425.468	.468 (9) Cr, Ni
55		(2) Breit, verwaschen.	425.617	.592 (5) Fe, .621 (5), .655 (5)
56		(2) Breit, verwaschen.	425.889	.860 (5) Fe, .900 (5) Fe
57	39	(6) Breit.	426.084	.084 (9) Fe
58		(2) Breit.	426.229	.233 (5)
59		(2) Sehr breit.	426.493	.463 (5) Fe, .513 (5)
60		(2)	426.744	.735 (5) Fe
61	40	(3)	426.851	.851 (4)
62		(1)	426.945	Wahrscheinlich Fehler in der Platte.
63		(3)	427.038	.019 (5), .059 (4)
64	41	(6) Breit u. verwaschen.	427.217	.217 (9) Fe, innerhalb noch .154 (8) Fe
65		(1) Breit.	427.412	.425 (6) Fe
66	42	(3)	427.521	.521 (7)
67		(3)	427.597	.591 (6) Fe
68		(1) Verwaschen.	427.802	.802 (5) Fe
69		Band (3).	428.013	.020 (5) Fe, im Band .047 (5), .087 (5) Fe
70		Band (3).	428.155	.142 (5) Mn
71		(3) Ganz breit.	428.325	.287 (5) Fe, .322 (3) Ca, .347 (5)
72		(2) Band, viele Linien.	428.450	.467 (5) Ni, im Band .524 (5), .546 (5) Ni, .592 (6) Fe,
73		(2) Band, viele Linien.	428.739	.744 (5) Fe [.631 (6), .652 (6), .699 (5) Fe
74		(2)	428.850	.842 (5) Ni, .863 (5) Fe
75	44	(4) Ganz verwaschen.	429.024	.024 (6) Mn
76		(4)	429.157	.145 (6) Fe, .165 (5)
77		(3)	429.269	.261 (6) Fe
78		(2)	429.359	.360 (6)
79	45	(4)	429.464	.464 (6) Fe

Digitized by Google

Nr.	N. L.	Bemerkungen	W. L.	⊙
			μμ	
80		(3)	429.565	.566 (5)
81		(3) Breit.	429.751	.718 (5) Ni, .751 (5), .778 (5)
82		(2)	429.849	.858 (5) Fe
83	46	(5)	429.951	.951 (6)
84		(4) Band.	430.040	.060 (5) Mn } Enthält noch .977 (6) Fe, .014 (1) Mn,
85		(4)	430.146	.162 (5) .082 (3), .111 (4), 134 (3)
86	47	(5)	430.295	.275 (5) Fe, Ca, .314 (6)
87		(3)	430.416	.432 (6)
88		(3)	430.500	.505 (5) Fe
89		(4) Sehr breit.	430.613	.571 (6) Fe, .591 (6) Mn, .643 (5)
90		(3)	430.717	.727 (6)
91	48	(6)	430.840	.840 (8) Fe, auf beiden Seiten .816 (8) Ca, .886 (6) Mn, Bi
92		(4)	430.952	.955 (6) } Enthält noch .990 (5), .020 (5) Fe, .042 (3),
93		(5) Band.	431.200	.200 (6) } .066 (5), .098 (4) Fe, .125 (3), .147 (3), .170 (3),
94	49	(4)	431.338	.338 (6) } .224 (1), .264 (6) Mn, .310 (4)
95		(3)	431.469	.462 (7) Mn
96		(4)	431.556	.556 (8) Fe
97	50	(3)	431.913	.913 (7) Sr
98		(3)	432.122	.123 (5) Fe
99		(2)	432.220	.220 (4) Fe
100		(4) Band.	432.350	.347 (4) Mn
101			432.447	.432 (5), .458 (3)
102		(2)	432.541	.543 (7) Ba
103	51	(6)	432.622	.622 (10) Fe
104		(2)	432.735	.720 (5) Fe, .751 (6) Fe
105		(2)	432.829	.834 (7) Fe
106	52	(2)	433.068	.068 (4)
107		(1)	433.202	.199 (5)
108		(1)	433.313	.297 (4) Ba, .325 (4)
109		(1)	433.424	.415 (4)
110	53	(4)	433.735	.735 (6) Fe
111		(2)	433.972	.972 (5) Ni
112	54	(6)	434.071	.071 (9) Hγ
113		(2)	434.333	.349 (5) Fe
114	55	(2)	434.469	.458 (5), .479 (5) Fe
115		(2)	434.684	.688 (4) Fe
116		(1)	434.827	.818 (5) Fe
117		(1)	435.109	.116 (3)
118	56	(5)	435.223	.223 (7) Mg
119		(3)	435.312	.312 (6) Fe
120		(1)	435.481	.462 (3), .495 (4)
121		(1)	435.553	.546 (5) Ca
122		(1) Ganz breit.	435.663	.637 (4) Cr, .671 (4) Mn, .701 (4) Cr
123		(3)	435.907	.911 (5)
124	57	(3)	436.001	.001 (7) Cr, Ni, Zr, Mn
125		(1) Ganz breit.	436.356	.321 (3) Fe, .363 (5), 402 (4)
126		(2)	436.457	.456 (6) Cr
127		(2)	436.695	.700 (6)
128	58	(4)	436.805	.805 (7) Fe
129		(3)	437.005	.022 (6) Fe
130	59	(3)	437.160	.145 (6) Cr, .175 (6)
131		(1)	437.325	.323 (5) Fe
132		(2) Band.	437.493	.492 (6) Fe } Enthält noch .534 (6) Cr, .569 (4), .603 (4)
133	60	(3)	437.638	.638 (6) Fe

Digitized by Google

Nr.	N. L.	Bemerkungen	W. L.	⊙
			μμ	
134		(1)	437.778	.769 (5) Fe
135		(1)	437.965	.968 (6)
136		(2)	438.121	.118 (5) Cr
137	61	(6) Verwaschen.	438.396	.396 (8) Fe
138		(7)	438.544	.512 (6) Fe, .550 (6), .576 (6) Fe
139		(2) Band.	438.717	.724 (5) Cr
140	62		438.880	.880 (6) Fe } Enthält noch .743 (5) Cr, .786 (5), .829 (5) Fe
141		(2) Band.	439.030	.032 (5)
142			439.131	.134 (6) Fe } Enthält noch .088 (5) Fe
143		(2)	439.208	.208 (5) Cr
144		(2) Breit.	439.405	.382 (4) Cr, .440 (5) Cr
145	63	(4)	439.546	.533 (7) Fe, .558 (5) Cr
146		(1)	439.749	.727 (4) Ni, .758 (4) Cr
147		(1) Breit.	439.879	.830 (4), .862 (1), .895 (4) Ni
148	64	(3) Band.	440.000	.000 (6) Cr, Ni } Enthält noch .040 (3), .069 (6) Cr,
149		(4)	440.178	.168 (6) Fe } .120 (4) Ni
150		(2) Breit.	440.345	.339 (5)
151	65	(6)	440.499	.499 (8) Fe
152		(1)	440.677	.681 (6) Cr
153		(2)	440.779	.785 (6) Fe
154	66	(3)	440.864	.864 (6) Fe
155		(1) Breit.	441.215	.203 (4) Mn, .235 (4) Cr
156	67	(6)	441.535	.510 (8) Fe, .559 (6) Fe?
157		(1) Ganz breit und ver-	441.752	.734 (4) Cr, .779 (6) Ni
158		(1) Breit. [waschen.	442.172	.170 (3) Cr
159		(2) Breit.	442.298	.269 (6) Fe, .332 (5) Fe
160		(1) Breit.	442.425	.398 (5) Fe, .442 (5)
161	69	(3)	442.563	.563 (7) Ca
162		(3)	442.745	.746 (7) Fe
163		(1)	442.872	.881 (5) Cr
164	70	(3) Breit.	443.060	.030 (6) Fe, .089 (6) Fe
165		(1)	443.238	.242 (4) Cr
166		(1)	443.360	.353 (6) Fe
167	71	(3)	443.533	.533 (8) Ca
168	72	(1) Band.	444.270	.270 (6) Fe } Enthält noch .320 (4), .357 (5) Fe
169		(1)	444.426	.418 (6)
170	73	(2) Breit, 2 Linien.	444.751	.721 (5) Fe, .751 (5) Mn, .812 (6) Fe
171		(1)	444.941	.951 (5) Mn
172	74	(2)	445.081	.081 (6) Fe
173		(1)	445.194	.196 (5) Mn
174		(1) Breit.	445.327	.335 (5) Mn
175	75	(4)	445.496	.476 (5) Fe, .516 (6) Ca
176		(1)	445.635	.624 (6) Ca
177		(1)	445.775	.787 (6) Mn
178		(1)	445.850	.853 (5) Mn, Cr
179		(2)	445.947	.945 (6) Fe
180	76	(2) Breit.	446.198	.149 (5) Mn, Cr, .198 (5) Fe, .237 (5) Mn, Cr
181		(1)	446.366	.375 (4) Ni, Cr
182		(3)	446.487	.477 (5) Mn, Cr, .508 (5) Cr
183	77	(3)	446.684	.684 (6) Fe
184		(1)	446.869	.879 (6)
185		(2)	446.965	.964 (6) Fe
186	78	(2)	447.305	.305 (6) Mn, Cr

Digitized by Google

Nr.	N. L.	Bemerkungen	W. L.	⊙
			μμ	
187	79	(3)	447.627	.627 (6) Fe
188		(1) Breit.	448.001	.981 (5) Fe, .030 (5) Fe
189		(2)	448.153	.141 (5) Mg, .177 (4) Fe
190	80	(2) Breit.	448.268	.237 (7) Fe, .299 (5) Fe
191		(2)	448.441	.447 (5) Fe
192		(2)	448.612	.592 (5) Fe
193		(2) Ganz breit und ver-	448.985	.937 (5) Fe, .995 (5) Fe, .035 (5) Fe
194		(1) [waschen.	449.290	.290 (4) Fe
195	81	(3)	449.477	.477 (6) Fe
196		(1) Ganz breit.	449.662	.627 (5), .670 (1) Mn, .713 (5) Fe
197		(2)	449.920	.908 (5) Mn, .935 (4) Fe
198	82	(3)	450.150	.150 (6) Ti
199		(1)	450.504	.507 (5) Fe
200	83	(2)	450.853	.853 (5) Fe
201		(1)	451.297	.301 (5) Mn
202		(2)	451.466	.460 (5) Fe
203	84	(2)	451.563	.563 (5) Fe
204		(2) Breit.	451.821	.783 (5) Fe, .829 (4) Cr, .867 (3) Fe
205		(2)	452.058	.050 (5) Fe
206	85	(3)	452.296	.296 (6) Fe
207		(2)	452.526	.542 (5) Fe
208		(2) Breit.	452.706	.675 (6) Fe, .721 (5) Ca
209	86	(4)	452.894	.894 (7) Fe
210		(2)	452.990	.986 (5) Fe
211		(3)	453.137	.140 (5) Fe
212		(2)	453.333	.347 (5) Fe
213	87	(4)	453.609	.590 (6) Cr, .627 (6)
214		(1)	453.906	.907 (4) Fe
215		(1) Breit.	454.132	.090 (5) Cr, .132 (1) Cr, .183 (4) Cr
216		(1) Breit.	454.496	.424 (4), .495 (5) Fe, .555 (4)
217		(1)	454.732	.728 (5) Fe
218	88	(5)	454.990	.990 (6) Fe
219		(2)	455.264	.281 (5) Fe
220		(3)	455.437	.434 (6) Ba
221	89	(3)	455.633	.633 (5) Fe
222		(1)	455.894	.896 (4) Cr
223		(2)	456.403	.407 (5) Ti
224	90	(2)	456.587	.587 (6) Fe
225		(2)	456.911	.910 (5) Fe
226	91	(3) Sehr breit.	457.200	.200 (3) Fe
227		(2)	458.033	.038 (5) Fe
228	92	(3)	458.182	.182 (8) Fe
229		(2)	458.400	.417 (6) Fe
230		(3)	458.631	.622 (6) Ca
231	93	(3) Sehr breit.	459.237	.178 (6) Ba, .240 (4) Cr, .295 (7) Fe

α Aurigae.

Aufnahmen: Nr. 15, ganz ausgezeichnetes Spectrum.
Nr. 67, ganz ausgezeichnetes Spectrum.

Das Spectrum gehört zu Classe II*a* und ist mit dem Sonnenspectrum absolut identisch.

Digitized by Google

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr.	N.L.	W. L. 15	W.L.67	Bemerkungen 15	Bemerkungen 67	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
1	14	412.404	.404	(2)	(1)	412.404	.404 (5) Fe
2		412.660	.639	(1)	(1)	412.650	.645 (6) Fe
3	15	412.816	.816	(2)	(2)	412.816	.795 (6) Fe, .836 (6)
4		413.000	.004	(2) Sehr breit.	Mehrere Linien?	413.002	.980 (5), .995 (5), .031 (5)
5		413.255	.261	Verwaschen.	2 Linien.	413.258	.231 (9) Fe, .279 (5) Ba
6	16	413.479	.479	Sehr breit.	Mehrere Linien.	413.479	.466 (8), .492 (8) Fe
7		413.740	.763	Sehr breit.	Mehrere Linien.	413.752	.725 (6) Fe, .763 (5) Mn
8		414.069	.058	(1) Verwaschen.	Mehrere Linien.	414.064	.068 (6)
9		414.260	—	(2) Verwaschen.	—	414.260	.249 (6), .274 (6)
10	17	414.392	.392	(5)	(6)	414.392	.371 (7) Fe, .414 (9) Fe
11		414.652	.617	(3)	(3)	414.635	.632 (5) Fe
12		414.800	.785	(4)	(3)	414.793	.793 (7) Fe
13		414.946	—	(4) S. verwasch.	—	414.946	.956 (7) Fe
14	18	415.236	.236	(4)	(5)	415.236	.236 (8)
15		415.463	.471	(4) 2 Linien.	(4) 2 Linien.	415.467	.415 (7) Fe, .474 (6) Fe, .505 (6) Fe
16		415.663	.668	(4) Verwaschen.	(4) 2 Linien.	415.666	.657 (6), .702 (7) Fe
17		415.818	—	2)	—	415.818	.803 (7) Fe
18	19	415.923	.923	(2)	(3)	415.923	.904 (7) Fe, .943 (7)
19		416.060	.072	(2)	(1)	416.066	.060 (5)
20		416.163	.178	(3)	(3)	416.171	.175 (6) Fe
21		416.400	.416	(3)	(2) 2 Linien?	416.408	.388 (6) Fe, .454 (5)
22	20	416.571	.571	(2)	(1)	416.571	.571 (6) Fe
23		416.766	.779	(6)	(5) 2 Linien.	416.773	.753 (7), .816 (6) Fe
24		416. —	.896	—	(1)	416.896	.884 (5), .920 (5) Fe
25		417. —	.008	—	(1) 2 Linien?	417.008	.995 (5), .043 (4)
26	21	417.121	.121	(2)	(1)	417.121	.121 (8) Fe
27		417.220	.222	(5) Folg. mehrere	(1)	417.221	.226 (6) Fe
28		417. —	.299	— [Linien.	(1) Folg. mehrere	417.299	.288 (8) Fe
29		417.543	—	(2)	— [Linien.	417.543	.546 (4)
30		417.599	.589	(1)	(1)	417.594	.585 (6) Fe
31		417.695	.679	(2)	(1)?	417.687	.680 (6) Fe
32	22	417.807	.807	(3)	(3)	417.807	.807 (7) Fe
33		417.955	.954	(3)	(1)	417.955	.957 (7) Ba
34		418.094	—	(2) S. verwasch.	—	418.094	.103 (6)
35		418.200	.229	(3)	(2) Mehr. Linien.	418.215	.200 (8) Fe, .258 (6) Fe
36		418.288	—	(1)	—	418.288	.300 (5)
37		418.440	.450	(1) Verwaschen.	Mehrere Linien.	418.445	.420 (6), .456 (5), .512 (7) Fe
38		418.683	.722	(2)	(2)	418.703	.683 (5), .731 (8) Fe
39	24	418.802	.802	(4)	(3)	418.802	.802 (9) Fe
40		418.917	.909	(3)	(2)	418.913	.901 (5), .927 (5)
41		419.017	—	Verwaschen.	—	419.017	? Hier mehr. schwache Lin. Exi-
42	25	419.165	.165	(4)	(4)	419.165	.165 (7) Fe [stenz wohl fragl.
43		419.375	—	(2)	—	419.375	.400 (5) Ident.?
44		419. —	.494	—	(1)	419.494	.511 (5)
45		419.541	.566	Sehr breit, verw.	(2)	419.554	.561 (5) Ni
46		419.703	.698	Sehr breit, verw.	(2)	419.701	.687 (5), .735 (5)
47	26	419.846	.846	(4)	(5)	419.846	.846 (9) Fe
48		419.945	.923	(1)	(2)	419.934	.933 (7) Fe
49		420.020	.012	(1)	(2)	420.016	.021 (6)
50		420.110	.064	(1)	(1) 2 Linien?	420.087	.098 (6) Fe
51	27	420.227	.227	(4) Sehr breit.	(5) Sehr breit.	420.227	.227 (9) Fe

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L. 15	W. L. 67	Bemerkungen 15	Bemerkungen 67	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
52		420.416	.413	(1)	(2)	420.415	.421 (7) Fe
53		420.545	.511	Sehr breit, verw.	(2) 2 Linien.	420.528	.496 (5), .552 (5), .573 (6) Fe
54	28	420.690	.690	Sehr breit, verw.	(3) 2 Linien.	420.690	.690 (7) Fe
55		420.888	—	(2) Verwaschen.	Hier nicht mess-	420.888	.883 (6) Fe
56	29	421.059	.059	(2) Verwaschen.	(2) [bare Lin.	421.059	.059 (8) Fe
57		421.235	—	(1)	Hier 2 dergl. .	421.235	.211 (6)
58		421.396	.400	(2) Breit.	(1) Mehr. Linien.	421.398	.385 (6) Fe, .417 (4)
59	30	421.574	.574	(5) 2 Linien.	(6) 2 Linien.	421.574	.574 (9) Sr
60		421.775	.773	(2)	(2)	421.774	.780 (6) Fe
61		421.—	.941	—	(2)	421.941	.959 (8) Fe
62		422.028	.035	(2)	(2)	422.032	.028 (4)
63		422.068	—	(2)	—	422.068	.059 (5) Fe
64	31	422.245	.245	(2)	(2)	422.245	.245 (7) Fe
65		422.462	.440	(2)	(2)	422.451	.443 (5) Fe, .476 (5) Fe
66		422.563	.551	(1)	(1)	422.557	.569 (6) Fe
67	32	422.711	.711	(6) 2 Linien.	(6) 2 Linien.	422.711	.665 (6) Fe, .700 (10) Ca, .767 (7) Fe
68	33	422.990	.990	(5)	(3)	422.990	.972 (5) Fe, .009 (6)
69		423.350	.375	(5) 2 Linien.	(5) 2 Linien.	423.363	.345 (6), .387 (7) Fe
70		423.553	.551	(3)	(2)	423.552	.550 (6) Ni
71	34	423.621	.621	(4)	(4)	423.621	.621 (9) Fe
72		423.734	.736	(2)	(2)	423.735	.745 (7) Fe
73		423.825	—	(1)	—	423.825	.832 (6) Fe
74		423.897	.905	(1)	(1)	423.901	.910 (7) Fe
75		424.022	.992	(2)	(1)	424.007	.011 (7) Fe, Ba, Ni
76		424.—	.068	—	(1)	424.068	.068 (6) Ca
77		424.117	—	(1)	—	424.117	.103 (5)
78	35	424.265	.265	(3)	(3)	424.265	.265 (5) Ba
79		424.398	.389	(3)	(2)	424.394	.367 (7) Fe, .413 (4) Fe
80	36	424.559	.559	(3)	(2)	424.559	.559 (7) Fe
81		424.640	.627	(1)	(1)	424.634	.636 (6) Fe
82		424.735	.742	(1)	(2) 2 Linien.	424.739	.714 (7), .772 (8) Fe
83		424.793	—	(1)	—	424.793	? Existenz?
84		424.885	.877	(1)	(2) 2 Linien?	424.881	.860 (6) Fe, .916 (5)
85		425.042	—	(1)	—	425.042	.045 (8) Fe
86	37	425.079	.079	(4)	(3) 2 Linien.	425.079	.045 (8) Fe, .113 (9) Fe
87		425.278	.286	(1) Verwaschen.	(1)	425.282	.264 (3), .305 (4)
88	38	425.468	.468	(5)	(3)	425.468	.468 (9) Ni, Cr
89		425.670	.653	(2) Breit.	(2)	425.662	.655 (5)
90		425.894	.880	(2) Breit.	(5)! 2 Linien.	425.887	.860 (5) Fe, .900 (5) Fe
91	39	426.084	.084	(5)	(6)	426.084	.084 (9) Fe
92		426.243	.243	(2)	(3) 2 Linien.	426.243	.233 (5)
93		426.—	.367	—	(1)	426.367	.353 (5)
94		426.487	.490	(2)	(2) Mehr. Lin.?	426.489	.463 (5) Fe, .513 (5)
95		426.762	.722	(1)	(1)	426.742	.735 (5) Fe
96	40	426.832	.832	(4)	(2)	426.832	.814 (6) Fe. .851 (4)
97		426.957	.015	(1)	(2)	426.957	.912 (5) Fe, .019 (5)
98		427.055		(2)		427.055	.059 (4)
99	41	427.217	.217	(5) 2 Linien.	(6) 2 Linien.	427.217	.217 (9) Fe
100		427.405	.414	(2)	(2)	427.410	.425 (6) Fe
101	42	427.521	.521	(4)	(2)	427.521	.521 (7)
102		427.586	.603	(2)	(2)	427.595	.591 (6) Fe
103		427.747	.766	(2) Breit.	(1) 2 Linien.	427.757	.744 (4), .770 (4) Mn
104		428.080	.082	Breit, mehrere Linien.	(3) Mitte einer Gruppe.	428.081	.020 (5) Fe, .047 (5), .087 (5) Fe, .142 (5) Mn

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L. 15	W. L. 67	Bemerkungen 15	Bemerkungen 67	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
105		428. —	.310	—	(3) 2 Linien.	428.310	.287 (5) Fe, .322 (3) Ca, Ba
106		428.460	.487	Ende des Streif.	(2) 2 Linien?	428.474	.467 (5) Ni
107		428.635	.634	(1) Verw., breit.	(3) Mitte einer	428.635	.592 (6) Fe, .631 (6), .652 (6)
108		428.840	.844	(2)	(2) [Gruppe.	428.842	.842 (5) Ni
109	44	429.024	.024	(4) Verwaschen.	(6)	429.024	.024 (6) Mn
110		429.159	.164	(2)	(2)	429.162	.145 (6) Fe, Ba, .165 (3)
111		429.276	.263	(2)	(2)	429.270	.261 (6) Fe
112	45	429.464	.464	(4)	(3)	429.464	.464 (6) Fe
113		429.549	.555	(2)	(2)	429.552	.566 (5)
114		429.727	.746	2) Verwaschen.	(2)	429.737	.718 (5) Ni, .751 (5)
115		429. —	.852	—	(1)	429.852	.858 (5) Zn, Ni
116	46	429.951	.951	Verw., mehrere	(4)	429.951	.926 (6) Ca, .951 (6), .977 (6) Fe
117		430. —	.033	— [Linien.	(3)	430.033	.060 (5) Mn
118		430. —	.138	—	(3)	430.138	.134 (3)
119	47	430.294	.294	Verw., mehr. Lin.	(2) Folg. mehrere	430.294	.275 (5) Ca, .314 (6)
120		430.612	.623	(2) Mehr. Linien.	(3) [Linien.	430.618	.591 (6) Mn, .643 (5)
121	48	430.840	.840	(4)	(4)	430.840	.840 (8) Fe
122		430.992	.015	(2)	(2) Folg. mehrere	431.004	.990 (5)
123	49	431.338	.338	(4)	(3) [Linien.	431.338	.338 (6)
124		431.472	.479	(1)	(2)	431.476	.462 (7) Mn, .482 (7)
125		431.544	.556	(4)	(3)	431.550	.556 (8) Fe
126		431.754	.747	(2)	(2)	431.751	.757 (3)
127	50	431.913	.913	Scharf.	(2)	431.913	.913 (7) Sr
128		432.107	.127	(4)	(3)	432.117	.123 (5) Fe
129		432.220	—	(2)	—	432.220	.220 (4) Fe
130		432.377	.389	Mehrere Linien.	(2) 2 Linien.	432.383	.374 (4), .402 (3)
131		432.555	—	(1)	—	432.555	.543 (7) Ba
132	51	432.622	.622	(5)	(5)	432.622	.622 (10) Fe, G-Linie
133		432.730	—	(2)	—	432.730	.720 (5) Fe, .751 (6) Fe
134	52	433.068	.068	Mehrere Linien.	(2)	433.068	.068 (4)
135		433.305	.307	(2)	(1)	433.306	.297 (4) Ba, .325 (4)
136		433.425	.426	(2)	(1)	433.426	.415 (4)
137	53	433.735	.735	(5)	(3)	433.735	.735 (6) Fe
138		433. —	.963	—	(2)	433.963	.972 (5) Ni
139	54	434.071	.071	(6)	(6)	434.071	.071 (9) Hγ
140		434.335	.347	(2)	(2)	434.341	.349 (5) Fe, Cr
141	55	434.469	.469	(2)	(3)	434.469	.458 (5), .479 (5) Fe
142		434.664	.656	(2)	(1)	434.660	.655 (3) Mn
143		434.815	.842	(2)	(2)	434.829	.818 (5) Fe
144		435.129	.138	(1)	(1)	435.134	.137 (4)
145	56	435.223	.223	(4)	(4)	435.223	.223 (7) Mg
146		435.306	.305	(2)	(2)	435.306	.312 (6) Fe
147		435.498	.514	(2)	(1) 2 Linien.	435.506	.495 (4), .546 (5) Ca
148		435.643	—	(1)	—	435.643	.637 (4) Cr
149		435.900	.894	(3)	(1)	435.897	.891 (6) Fe
150	57	436.001	.001	(3)	(2)	436.001	.001 (7) Zr, Ni, Cr, Mn
151		436.383	.355	(1) 2 Linien.	(1) Mehr. Linien.	436.369	.321 (3) Fe, .363 (5), .402 (4)
152		436.665	.645	(1)	(1)	436.655	.634 (5) Fe, .700 (6)
153	58	436.821	.821	(4)	(4)	436.821	.805 (7) Fe, .836 (5) Fe
154		437.012	.988	(3)	(3)	437.000	.988 (4) Cr, .022 (6) Fe
155	59	437.160	.160	(3)	(3)	437.160	.145 (6) Cr, .175 (6)
156		437.370	—	(1)	—	437.370	.375 (4) Cr
157		437.491	.503	(3)	(2)	437.497	.492 (6) Fe

Digitized by Google

Nr.	N.L.	W. L. 15	W.L.67	Bemerkungen 15	Bemerkungen 67	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
158	60	437.620	.620	(3)	(3)	437.620	.603 (4), .638 (6) Fe
159		437.784	.794	(1)	(1)	437.789	.769 (5) Fe
160		437.973	.971	(2)	(1)	437.972	.968 (6)
161		438.128	.094	(2)	(1)	438.111	.118 (5) Cr
162	61	438.396	.396	(6)	(6)	438.396	.396 (8) Fe
163		438.540	.558	(4)	(3)	438.549	.550 (6)
164		438.745	.752	(2) Folgt eine L.	(1) Folgen hier	438.749	.743 (5) Cr
165		438.880	—	(1)	— [mehr. Lin.	438.880	.880 (6) Fe
166		439.043	—	(2)	—	439.043	.032 (5)
167		439.214	.211	(1)	(2)	439.213	.208 (5) Cr
168		439.396	.393	(2)	(2)	439.395	.382 (4) Cr
169	63	439.546	.546	(3)	(4)	439.546	.533 (7) Fe, .558 (5) Cr
170		439.839	.830	(1)	(1)	439.835	.830 (4)
171	64	440.000	.000	(2)	(3)	440.000	.000 (6) Cr, Ni
172		449.163	.132	(3)	(4)	440.148	.168 (6) Fe
173		440.330	.312	(2)	(2)	440.321	.339 (5)
174	65	440.477	.477	(5)	(5)	440.477	.454 (5), .499 (8) Fe
175		440.659	—	(1)	—	440.659	.681 (6) Cr
176		440.772	—	(1)	—	440.772	.785 (6) Fe
177	66	440.864	.864	(2)	(3)	440.864	.864 (6) Fe
178		440. —	.932	—	(2)	440.932	.932 (4)
179		441.085	.109	(1)	(1)?	441.097	.067 (4) Cr, Ni, Mn, .121 (5) Cr
180		441. —	.241	—	(1)	441.241	.235 (4) Cr
181	67	441.535	.535	(4)	(5)	441.535	.510 (8) Fe, .559 (6) Fe?
182		441.686	—	(1) Folgt eine L.	—	441.686	.687 (5) Cr
183		441. —	.764	—	(1)?	441.764	.779 (6) Ni
184		441.867	.862	(1)	(1)	441.865	.843 (5)
185		442.046	—	(1)	—	442.046	.033 (3)
186		442.189	—	(1)	—	442.189	.170 (3) Cr, .208 (4)
187		442.300	.269	(2)	(3) 2 Linien?	442.285	.269 (6) Fe
188		442.424	.421	(1)	(2)	442.423	.398 (5) Fe, .442 (5)
189	69	442.563	.563	(2)	(3)	442.563	.563 (7) Ca
190		442.753	.732	(3)	(3)	442.743	.746 (7) Fe
191	70	443.030	.030	(3)	(4) 2 Linien.	443.030	.030 (6) Fe
192		443.371	.386	(1)	(1)	443.379	.353 (6) Fe
193	71	443.533	.533	(3)	(3)	443.533	.533 (8) Ca
194		443.700	—	(1)? Hier folg. m.	—	443.700	.729 (5) Ni
195		443. —	.803	— [Lin., auch	(1) 2 Linien?	443.803	.803 (4) Sr, Cr, Ni
196		444. —	.092	— [Nr. 72.	(2)	444.092	.076 (4) Fe
197		444.147	—	Ende des Bandes.	—	444.147	.132 (4) Fe
198	72	444. —	.270	—	(2)	444.270	.270 (6) Fe
199		444. —	.436	—	(2)	444.436	.418 (6)
200		444.578	—	(1)	—	444.578	.585 (4) Fe
201		444.694	.707	(2)	(1)	444.701	.721 (5) Fe
202	73	444.782	.782	(2)	(2)	444.782	.751 (5) Mn, .812 (6) Fe
203		444.952	.947	(2)	(1)	444.950	.951 (5) Mn
204	74	445.081	.081	(3)	(3)	445.081	.081 (6) Fe
205		445.324	.330	(1)	(1)	445.327	.335 (5) Mn
206	75	445.516	.516	(4)	(4)	445.516	.516 (6) Ca
207		445.964	.940	(2)	(1)	445.952	.945 (6) Fe
208	76	446.195	.195	(4) Breit.	(4) 2 Linien.	445.195	.149 (5) Mn, Cr, .198 (5) Fe, .237 (5)
209		446.507	.496	(3)	(3)	446.502	.508 (5) Cr [Mn, Cr
210	77	446.704	.704	(3)	(3)	446.704	.684 (6) Fe, .724 (5) Ba, Ni

Digitized by Google

Nr.	N.L.	W. L. 15	W.L.67	Bemerkungen 15	Bemerkungen 67	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
211		446.889	.881	(1)	(2)	446.885	.879 (6)
212		446.977	.978	(2)	(3)	446.978	.964 (6) **Fe**
213		447.—	.153	—	(1)	447.153	.151 (4)
214	78	447.305	.305	(3)	(3) 2 Linien?	447.305	.305 (6) **Cr, Mn**
215		447.494	—	(1)	—	447.494	.496 (3)
216	79	447.627	.627	(2)	(2)	447.627	.627 (6) **Fe**
217		447.992	.017	(2)	(2)	448.005	.812 (3) **Cr**
218		448.165	—	(2)	—	448.165	.177 (4) **Fe**
219	80	448.268	.268	(2)	(3)	448.268	.237 (7) **Fe**, 299 (5) **Fe**
220		448.425	.436	(2)	(2)	448.431	.447 (5) **Fe**
221		448.607	.618	(1)	(1) 2 Linien?	448.613	.592 (5) **Fe**
222		448.830	—	(1)?	—	448.830	.847 (5) **Fe**
223		448.974	.015	(2) Breit.	Mitte mehr. Lin.	448.995	.937 (5) **Fe, Ba**, .995 (5) **Fe**, .035
224		449.169	—	(1)?	—	449.169	.163 (5) **Mn** [(5) **Fe**
225	81	449.477	.477	(3)	(4)	449.477	.477 (6) **Fe**
226		449.651	.692	(2) Breit.	(1) 2 Linien?	449.672	.627 (5), .670 (1) **Mn**, .713 (5) **Fe**
227		449.914	.914	(2)	(3)	449.914	.908 (5) **Mn**
228	82	450.175	.175	(4) Breit.	(4)	450.175	.150 (6) **Ti**, .199 (3) **Ni, Cr**
229		450.—	.495	—	(1)	450.495	.507 (5) **Fe**
230		450.—	.702	—	(1)	450.702	.701 (3) **Cr**
231		450.853	.889	(2)	(2)	450.871	.853 (5) **Fe**, .903 (3) **Cr**
232		451.—	.228	—	(1)?	451.228	.218 (4)
233		451.525	—	(2) 2 Linien.	—	451.525	.460 (5) **Fe**, .563 (5) **Fe**
234		451.—	.563	—	(1)?	451.563	.563 (5) **Fe**
235		451.833	—	(3)	—	451.833	.829 (4) **Cr**
236		451.871	.872	(3)	(2)	451.872	.867 (3) **Fe**
237		452.—	.081	—	(3)	452.081	.088 (1)?
238	85	452.331	.331	(4)	(4)	452.331	.296 (6) **Fe**, .365 (4) **Fe, Ba**
239		452.533	.548	(3)	(3)	452.541	.542 (5) **Fe**
240		452.684	.707	(2)	(2)	452.696	.675 (6) **Fe**, .721 (5) **Ca**
241	86	452.894	.894	(4)	(3)	452.894	.894 (7) **Fe**
242		453.142	.138	(4)	(3)	453.140	.140 (5) **Fe**
243		453.335	—	(3)	—	453.335	.347 (5) **Fe**
244		453.—	.398	—	(2) 2 Linien.	453.398	.347 (5) **Fe**, .429 (5) **Ni**
245	87	453.609	.609	(4)	(4)	453.609	.590 (6) **Cr**, .627 (6)
246		454.111	.139	(2) Breit, verw.	(2) Mehr. Linien.	454.125	.090 (5) **Cr**, .132 (1) **Cr**, .183 (4) **Cr**
247		454.493	.515	(2) Breit.	(2) Mehr. Linien.	454.504	.424 (4), .495 (5) **Fe**, .555 (4)
248		454.757	.728	(1)	(1)	454.743	.728 (5) **Fe**
249	88	454.990	.990	(5)	(5)	454.990	.990 (6) **Fe**
250		455.268	.268	(3)	(2)	455.268	.281 (5) **Fe**
251		455.450	.458	(3)	(2)	455.454	.434 (6) **Ba**
252	89	455.633	.633	(4)	(3)	455.633	.633 (5) **Fe**
253		455.907	.918	(2)	(1) Mehr. Linien.	455.913	.896 (4) **Cr**
254		456.072	—	(2) Breit.	—	456.072	.038 (4) **Fe**, .110 (3)
255		456.—	.130	—	Mehrere Linien.	456.130	.110 (3)
256		456.414	.390	(3)	(3)	456.402	.407 (5) **Ti**
257	90	456.587	.587	(4) Breit.	(2)	456.587	.587 (6) **Fe, Ni, Mn, Cr**
258		456.940	.926	(2) Breit.	(3) Mehr. Linien.	456.933	.910 (5) **Fe**, .989 (4) **Cr**
259	91	457.231	.231	(4) Sehr breit.	(5) Mehr. Linien.	457.231	.231 (7) **Ti, Cr**
260		457.533	.511	(2)	(4)	457.522	.507 (5) **Fe**
261		457.915	—	(2)	—	457.915	.890 (5) **Ca, Ti**
262		458.078	.045	(1)	(2)	458.062	.038 (5) **Fe**, .087 (5) **Fe**
263	92	458.182	.182	(1)	(2)	458.182	.182 (8) **Fe**

Digitized by Google

Nr.	N.L.	W. L. 15	W.L.67	Bemerkungen 15	Bemerkungen 67	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
264		458.438	—	(2)	—	458.438	.417 (6) Fe
265		458.687	.663	(3)	(3)	458.675	.665 (5)
266		458. —	.864	—	(1) Mehr. Lin.?	458.864	.856 (5) Cr
267		459. —	.026	—	(2)	459.026	.031 (5) Ti
268	93	459.295	.295	(3)	(4)	459.295	.295 (7) Fe
269		459.560	—	(2) Breit.	—	459.560	.571 (5) Fe
270		459. —	.634	—	(2) Mehr. Linien.	459.634	.638 (5) Fe
271		459.718	—	(2)	—	459.718	.725 (4) Cr
272		459. —	.843	—	(3)	459.843	.848 (5) Fe
273		460.088	.122	(4)	(4) 2 Linien.	460.105	.111 (5) Cr
274		460.378	.363	(3)	(2)	460.371	.370 (3)
275		460.600	.599	Sehr breit, verw.	(3 2 Linien?	460.600	.534 (5) Ba, Mn, .591 (4) Cr, .659
276		460.812	.847	(2)	(2)	460.830	.802 (5) Fe [(4) Cr
277		461.178	.205	(4)	(4)	461.192	.160 (6) Fe
278		461.408	.424	(4)	(2 2 Linien?	461.416	.363 (6) Fe, .427 (4) Cr
279		461.650	.678	Breit, verwasch.	(2)	461.664	.649 (5) Cr, .697 (4) Cr
280		462.000	.982	(4) Verwaschen.	(3)	461.991	.966 (5) Fe, .995 (3) Ba
281		462.315	.306	(2) Breit.	(2) Mehr. Lin.?	462.311	.279 (4) Cr, .311 (1) Cr, .344 (5)
282		462.618	.623	Sehr breit, verw.	(2 Mehr. Lin.?	462.621	.540 (6) Fe, .621 (1) Cr, .652 (6)
283		463.028	.996	Breit, verwasch.	(2) Mehr. Linien.	463.012	.968 (6) Ti, Co, .045 (5) Fe [Mn, Cr
284	94	463.807	.807	Breit, verwasch.	(3)	463.807	.783 (6) Fe, .832 (5) Fe
285		464. —	.008	—	(2)	464.008	.994 (4) Cr, .026 (4)
286		464. —	.772	—	Mitte einer	464.772	Gruppe, 5 Linien.
287	95	465. —	.482	—	(3) [Gruppe.	465.482	.482 (7) Fe
288		465. —	.719	—	(3)	465.719	.672 (4), .718 (3) Cr, .741 (4) Cr
289		466. —	.361	—	(2)	466.361	.349 (8) Fe, .396 (5) Cr
290	96	466. —	.789	—	(6)	466.789	.758 (6), .820 (5) Fe

Erläuterungen.

Nr. 38. Vielleicht beide Male nicht die Mitte eingestellt.
» 45. Auf Platte 15 vielleicht Mitte von .511 (5) und .561 (5) Ni.
» 50. Wahrscheinlich bezieht sich nur die erste Messung hierauf und die zweite auf das Mittel aus dieser und der vorigen Linie.
» 118. Vielleicht Mittel von .111 (4), .134 (3) und .162 (5).
» 172. Vielleicht Mittel aus dieser und .120 (4) Ni, oder beide Componenten getrennt gemessen.
» 192. Oder Mittel aus .353 (6) Fe und .411 (5) Fe.
» 194. Oder Mittel aus .662 (5) Mn und .729 (5) Ni.
» 231. Auf Platte Nr. 15 wahrscheinlich nur die erste Componente gemessen.
» 275. Bei .330 (6) eine Eisenlinie.

α Bootis.

Aufnahmen: Nr. 117, ausgezeichnetes Spectrum.
Nr. 123, ausgezeichnetes Spectrum.

Das Spectrum ist Typus II*a* und zeigt eine ganz ausserordentliche Aehnlichkeit mit dem Sonnenspectrum. Es lässt sich nicht mit Sicherheit entscheiden, ob die etwas stärker hervortretende Neigung zur Bänderbildung reell ist, oder ob dies nur eine Folge des Einflusses der Luftunruhe beim Sternspectrum ist.

Digitized by Google

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr.	N. L.	W. L. 117	W. L. 123	Bemerkungen 117	Bemerkungen 123	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
1	24	418. —	.802	—	(5) Nach Violett	418.802	.802 (9) Fe
2		418. —	.898	—	(2) [Ansatz.	418.898	.901 (5)
3		419. —	.177	—	(6)	419.177	.165 (7) Fe
4		419. —	.385	—	(3)	419.385	.400 (5)
5		419. —	.549	—	(2) Ganz verwasch.	419.549	.511 (5), .561 (5) Ni
6		419. —	.693	—	(3) Sehr breit.	419.693	.687 (5)
7	26	419.846	.868	(6) Sehr breit.	(5)	419.846	.846 (9) Fe, .889 (6)
8		419. —	.952	—	(2) Etwas breit.	419.952	.933 (7) Fe
9		420.012	.027	(3)	(2)	420.020	.021 (6)
10		420.095	.111	(4)	(3)	420.103	.098 (6) Fe
11	27	420.227	.227	(6) Breit.	(5)	420.227	.227 (9) Fe
12		420.435	—	—	—	420.435	.421 (7) Fe
13		420.543	.534	(3) Sehr breit.	(3) Sehr breit.	420.539	.532 (5)
14	28	420.690	.690	(4) } Band.	(4) } Band.	420.690	.690 (7) Fe
15		420.753	.735	(3) }	(2) }	420.744	.738 (5) Fe
16		420.851	.878	(3) Breit.	(3) Sehr breit.	420.865	.883 (6) Fe
17		420.990	.991	(3)	(4)	420.991	.970 (5), .003 (5)
18	29	421.059	.059	(3)	(4)	421.059	.059 (8) Fe
19		421.213	.223	(2)	(2)	421.218	.211 (6)
20		421.381	.365	(2) Breit.	(2) Breit.	421.373	.385 (6) Fe
21	30	421.610	.610	(6) Sehr breit.	(6) Sehr breit.	421.610	.574 (9) Sr, .645 (6) Fe
22		421.756	.756	(3) Sehr breit.	(3)	421.756	.744 (6), .780 (6) Fe
23		421.851	—	(3)?	—	421.851	.854 (5)
24		421.966	.955	(4)	(3)	421.961	.959 (8) Fe
25		422.055	.060	(3) Verwaschen.	(2) Breit.	422.058	.059 (5) Fe
26		422.165	.138	(2) Verwaschen.	(1) Breit.	422.152	.174 (5) Ni
27	31	422.245	.245	(3)	(3)	422.245	.245 (7) Fe
28		422. —	.357	—	(1)	422.357	.336 (5), .380 (6)
29		422.449	.434	(3)	(1)	422.442	.443 (5) Fe
30		422.553	.542	(6) } Band!	(6) } Band!	422.548	.512 (5), .569 (6) Fe
31		422.833	.821	(6) }	(6) }	422.827	.817 (4)
32	33	422.972	.991	(4) } Band.	(4)	422.972	.972 (5) Fe, .009 (6)
33		423.072	—	(2) }	—	423.072	.082 (4)
34		423.188	.195	(2)	(1)	423.192	.191 (5)
35		423.304	.273	(3) Sehr breit.	— } Band.	423.289	.307 (4)
36		423. —	.428	—	(2) }	423.428	?
37		423.540	—	(2) Breit.	—	423.540	.550 (6) Ni
38	34	423.621	.621	(4) Breit.	(5)	423.621	.621 (9) Fe
39		423.727	.719	(3)	(2)	423.723	.711 (4), .745 (7) Fe
40		423.817	.818	(1)	(1)	423.818	.791 (3), .832 (6) Fe
41		423.914	.911	(2) Breit.	(2)	423.913	.910 (7) Fe
42		424.008	.011	(3)	(2)	424.010	.011 (7) Fe
43		424.073	.072	(1)	(1)	424.073	.068 (6) Ca
44	35	424.281	.265	(3) Breit.	(3)	424.273	.265 (5) Ba, .298 (5) Fe
45		424.381	.367	(3) Breit.	(3)	424.374	.367 (7) Fe
46	36	424.559	.559	(3)	(3)	424.559	.559 (7) Fe
47		424. —	.644	—	(1)	424.644	.636 (6) Fe
48		424.686	—	(2)	—	424.686	?
49		424. —	.715	—	(2)	424.715	.714 (7)
50		424.756	—	(2) Breit.	—	424.756	.772 (8) Fe
51		424.815	.793	(3)	(2) Verwaschen.	424.804	.772 (8) Fe, .860 (6) Fe

Digitized by Google

Nr.	N.L.	W. L. 117	W. L. 123	Bemerkungen 117	Bemerkungen 123	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
52		424.899	.876	(3) Breit.	(2) Etwas verw.	424.888	.860 (6) Fe, .916 (5)
53		425.049	—	(2)	—	425.049	.045 (8) Fe
54	37	425.113	.113	(4)	(4) Nach Viol. ver-	425.113	.113 (9) Fe
55		425.207	—	(1)?	— [waschen.	425.207	?
56		425.264	.268	(2) Breit.	(2)	425.266	.264 (3)
57	38	425.468	.468	(5) Band.	(5)	425.468	.468 (9) Cr, Ni
58		425.648	.648	(3) Band.	(2) Breit.	425.648	.655 (5)
59		425.878	.878	(4) Etwas breit.	(3)	425.878	.860 (5) Fe, .900 (5) Fe
60		425.961	—	(1)	—	425.961	.965 (3)
61	39	426.084	.084	(5) Breit.	(6)	426.084	.084 (9) Fe
62		426.184	.226	(2) Band.	(2) Sehr breit.	426.205	.198 (5)
63		426.282	—	(2) Band.	—	426.282	?
64		426. —	.355	—	(1) Breit.	426.355	.353 (5)
65		426. —	.471	—	(2) Sehr breit.	426.471	.463 (5) Fe
66		426.618	—	(1)?	—	426.618	.632 (5)
67		426.725	.737	(1) Breit.	(2)	426.731	.735 (5) Fe
68	40	426.833	.833	(3)	(4)	426.833	.814 (6) Fe, .851 (4)
69		426.916	.925	(1) Breit.	(1)	426.921	.912 (5) Fe
70		427.017	.039	(2) Verwaschen.	(2) Breit.	427.028	.019 (5)
71	41	427.217	.217	(6) Sehr breit.	(6) Sehr breit.	427.217	.217 (9) Fe
72		427.399	.408	(2) Nach Roth Li-	(2) Breit.	427.404	.378 (6), .425 (6) Fe
73	42	427.538	.521	(5) [nie.	(5)	427.521	.521 (7)
74		427.627	.593	(2)	(2)	427.610	.591 (6) Fe
75		427.722	.705	(2)	(2) Band.	427.714	.710 (4) Fe
76		427.803	.777	(2)	(2) Band.	427.790	.770 (4) Mn, .802 (5) Fe
77		427.877	—	(1)?	—	427.877	.866 (5) Fe
78		428.028	.017	(3) Band.	(3) Band.	428.023	.020 (5) Fe
79		428.173	.185	(2) Band.	— Band.	428.179	?
80		428.323	.308	(4) Sehr breit.	(5) Breit.	428.316	.322 (3) Ca
81		428.461	.457	(2)	(2)	428.459	.467 (5) Ni
82		428.643	.639	(3)	(4) Sehr breit.	428.641	.631 (6), .652 (6)
83		428.849	.837	(2) Breit.	(3)	428.843	.842 (5) Ni
84		428.935	—	(2)	—	428.935	.920 (3), .954 (4) Ca, Fe
85	44	429.024	.024	(6) Sehr breit.	(6) Sehr breit.	429.024	.024 (6) Mn
86		429.163	.163	(3) Breit.	(4)	429.163	.165 (5)
87		429.264	.256	(3) Breit.	(3)	429.260	.261 (6) Fe
88		429.360	.352	(1) Breit.	(1)	429.356	.360 (6)
89	45	429.464	.464	(4)	(5)	429.464	.464 (6) Fe
90		429.552	.541	(2)	(2)	429.547	.528 (3), .566 (5)
91		429.645	.652	(2)	(2)	429.649	.633 (4) Ni, .671 (3)
92		429.740	.746	(2)	(2) Sehr breit.	429.743	.751 (5)
93		429.850	.849	(2)	(2)	429.850	.858 (5) Fe
94	46	429.951	.951	(4) Band.	(5) Band.	429.951	.951 (6)
95		430.151	.156	(3) Band.	(2) Band.	430.154	.162 (5)
96		430. —	.232	—	(3)	430.232	.237 (4)
97	47	430.295	—	(3) Sehr breit.	— Band.	430.295	.275 (5) Ca, Fe, .314 (6)
98		430. —	.332	—	(2)	430.332	.341 (3)
99		430. —	.384	—	(1)?	430.384	.364 (4), .401 (3)
100		430.498	.496	(2) Breit.	(2)	430.497	.483 (5), .505 (5) Fe
101		430.574	—	(1)	—	430.574	.571 (6) Fe
102		430.640	.636	(3)	(4) Verwaschen.	430.638	.643 (5)
103		430.719	.731	(1)?	(1)?	430.725	.727 (6)
104	48	430.840	.840	(5) Breit.	(5)	430.840	.840 (8) Fe

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L. 117	W. L. 123	Bemerkungen 117	Bemerkungen 123	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
105		431.012	.006	(2) Breit.	(2) Folgen Linien.	431.009	.020 (5) Fe
106		431.328	.318	(3) Linien gehen	(3)	431.323	.310 (4), .338 (6)
107		431.472	.459	(2) [voraus.	(2)	431.466	.462 (7) Mn
108		431.547	.540	(4)	(5)	431.544	.532 (5), .556 (8) Fe
109		431.751	.747	(2) Breit.	(2) Breit.	431.749	.757 (3)
110	50	431.913	.913	(2)	(3)	431.913	.913 (7) Sr
111		432.120	.119	(3)	(4)	432.120	.123 (5) Fe
112		432.207	.227	(1) Verwaschen.	(1)	432.217	.220 (4) Fe
113		432.357	—	3	—	432.357	.347 (4) Mn, .374 (4)
114		432.—	.390	—	4 Sehr breit.	432.390	.374 (4), 402 (3)
115		432.438	—	(2?)	—	432.438	.432 (5)
116	51	432.622	.622	(6)	6 Linien nach	432.622	.622 (10) Fe
117		432.737	.741	(1)	(2) [Violett.	432.739	.720 (5) Fe, .751 (6) Fe
118		432.837	.828	(2)	(2)	432.833	.834 (7) Fe
119		432.—	.954	—	1 Sehr breit.	432.954	?
120		433.080	.086	2 Sehr breit und	2 Sehr breit.	433.083	.068 (4), .115 (4) Ni
121		433.202	.185	1? [verwaschen.	2 Breit.	433.194	.199 (5)
122		433.309	.303	2 Verwaschen.	3 Breit.	433.306	.297 (4) Ba, .325 (4)
123		433.418	.419	(2)	(2)	433.419	.415 (4)
124		433.525	.505	(1)	(1)	433.515	.506 (3)
125	53	433.735	.735	4 Nach Roth ver-	3 Nach Roth ver-	433.735	.735 (6) Fe
126		433.973	.987	3 [waschen.	3 [waschen.	433.980	.972 (5) Ni, .999 (5)
127	54	434.071	.071	6 [Bandes.	6	434.071	.071 (9) Hγ
128		434.227	—	3? Ende eines	—	434.227	?
129		434.356	.346	(3) Band.	(3)	434.351	.349 (5) Fe
130	55	434.469	.469	(3) Band.	(3)	434.469	.458 (5), .479 (5) Fe
131		434.675	.658	2 Band.	(3) Verwaschen.	434.667	.655 (3) Mn, .688 (4) Fe
132		434.818	.813	2 Band.	3 Verwaschen.	434.816	.818 (5) Fe
133		435.144	.129	(1)	(1)	435.137	.137 (4)
134	56	435.223	.223	5	(5)	435.223	.223 (7) Mg
135		435.328	.323	(4)	(4)	435.326	.312 (6) Fe
136		435.502	.509	(1) Breit.	1 Breit.	435.506	.495 (4)
137		435.662	.635	(2) Breit.	2 Breit.	435.649	.637 (4) Cr, .671 (4) Mn
138		435.908	.889	(3)	3 Breit.	435.899	.891 (6) Fe
139	57	436.001	.001	(3)	4	436.001	.001 (7) Ni, Cr, Zr, Mn
140		436.126	.111	1 Breit.	2 Breit.	436.119	.121 (5) Fe
141		436.—	.227	—	(1)?	436.227	?
142		436.369	.367	2 Band.	(3) Breit.	436.368	.363 (5)
143		436.458	—		—	436.458	.456 (6) Cr
144		436.674	.669	(2)	(3) Breit.	436.672	.634 (5) Fe, .700 (6)
145	58	436.821	.821	(4) Breit.	(5) Breit.	436.821	.805 (7) Fe, .836 (5) Fe
146		437.015	.008	(3)	(4)	437.012	.022 (6) Fe
147	59	437.160	.160	(3)	(4)	437.160	.145 (6) Cr, .175 (6)
148		437.314	.338	(1) Band.	— Band.	437.326	.323 (5) Fe
149	60	437.638	.638	(3) Band.	(4) Band.	437.638	.638 (6) Fe
150		437.784	.805	(1)	(1)?	437.795	.769 (5) Fe, .821 (4)
151		437.971	.968	(2) Breit.	(3)	437.970	.968 (6)
152		438.102	.121	(2) Breit.	(3) Breit.	438.112	.118 (5) Cr
153	61	438.409	.409	(6) Breit.	6 Nach Viol. ver-	438.409	.396 (8) Fe, .421 (6)
154		438.540	.540	(4)	(4) [waschen.	438.540	.512 (6) Fe, .576 (6) Fe
155		438.734	.729	(1)	—	438.732	.724 (5) Cr
156		439.036	—	(2)	— Band.	439.036	.032 (5)
157		439.232	.223	(3)	3	439.228	.208 (5) Cr, .247 (4) Cr

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L. 117	W. L. 123	Bemerkungen 117	Bemerkungen 123	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
158		439.425	.405	(1) Sehr breit.	(3) Breit.	439.415	.382 (4) Cr, .440 (5) Cr
159	63	439.546	.546	(4)	(6) Nach Roth ver-	439.546	.533 (7) Fe, .558 (5) Cr
160		439.852	.858	(1) Breit.	(1) Verw. [wasch.	439.855	.830 (4), .895 (4) Ni
161	64	440.000	.000	(1)	(2)	440.000	.000 (6) Cr, Ni
162		440.085	.076	(2)	(3)	440.081	.069 (6) Cr
163		440.181	.180	(3)	(3)	440.181	.168 (6) Fe
164		440.347	.350	(2) Breit.	(2)	440.349	.339 (5)
165	65	440.499	.499	(6)	(6) Breit.	440.499	.499 (8) Fe
166		440.684	.684	(1) Breit.	(1)	440.684	.681 (6) Cr
167		440.781	.801	(1)	(2)	440.791	.785 (6) Fe
168	66	440.864	.864	(3)	(3)	440.864	.864 (6) Fe
169		440.948	.960	(1)	(2)	440.954	.932 (4), .965 (4) Cr
170		441.063	—	(1)?	—	441.063	.067 (4) Cr, Mn, Ni
171		441. —	.105	—	(1) Breit.	441.105	.121 (5) Cr
172		441.238	.234	(3)	(4) Scharf.	441.236	.235 (4) Cr
173		441. —	.399	—	(1) Breit.	441.399	.393 (1) Ba
174	67	441.535	.535	(6)	(5)	441.535	.510 (8) Fe, .559 (6)
175		441.674	.678	(1)	(2) Scharf.	441.676	.687 (5) Cr
176		441.780	.769	(1) Breit.	(1) Verwaschen.	441.775	.779 (6) Ni
177		441. —	.864	—	(1) Verwaschen.	441.864	.843 (5)
178		442.049	.014	(2)	(1) } Band.	442.032	.033 (3)
179		442. —	.079	—	(1) }	442.079	.075 (1)?
180		442.163	.180	(2)	(2)?	442.172	.170 (3) Cr
181		442.306	.303	(2) Breit.	(3) Breit.	442.305	.269 (6) Fe, .332 (5) Fe
182		442.439	.448	(2) Breit.	(3) Scharf.	442.444	.442 (5)
183	69	442.592	.592	(3) Breit.	(4) Etwas breit.	442.592	.563 (7) Ca, .621 (4)
184		442.756	.754	(3)	(4) Scharf.	442.755	.746 (7) Fe
185		442. —	.879	—	(1) Breit.	442.879	.881 (5) Cr
186	70	443.060	.060	(3) Breit.	(6) Breit.	443.060	.030 (6) Fe, .089 (6) Fe
187		443. —	.172	—	(1) Scharf.	443.172	.167 (4)
188		443. —	.266	—	(1) Scharf.	443.266	.242 (4) Cr, .286 (5) Fe
189		443.421	.413	(2) Breit.	(3) Breit und ver-	443.417	.411 (5) Fe
190	71	443.533	.566	(3)	(4) [waschen.	443.566	.533 (8) Ca, .599 (6) Ca
191		443.701	.688	(2) Breit.	(2) Scharf.	443.695	.662 (5) Mn, .729 (5) Fe
192		443.854	.832	(3)	(3) Verwaschen.	443.843	.803 (4) Sr, Ni, Cr, .869 (4) Fe
193		444.020	.040	(1) } Band.	— } Band.	444.030	.022 (4) Fe
194		444.357	.322	(2) }	(2) }	444.340	.320 (4), .357 (5) Fe
195		444.457	.453	(2) Breit.	(3) Breit.	444.455	.455 (4) Cr
196		444.595	.587	(1)	(1)	444.591	.585 (4) Fe
197		444.726	.738	(1)	(2)	444.732	.721 (5) Fe, .751 (5) Mn
198	73	444.812	.812	(2)	(3)	444.812	.812 (6) Fe
199		444.953	.974	(1) Breit.	(1) Verwaschen.	444.964	.951 (5) Mn
200	74	445.081	.081	(2) Breit.	(4)	445.081	.081 (6) Fe
201		445.213	.201	(2)	(2) Scharf.	445.207	.196 (5) Mn
202		445.342	.356	(2) Breit.	(2) Verwaschen.	445.349	.335 (5) Mn
203	75	445.516	.516	(3) Breit.	(5)	445.516	.516 (6) Ca, Mn
204		445. —	.655	—	(1) Verwaschen.	445.655	.669 (4) Fe
205		445. —	.779	—	(1) Scharf.	445.779	.787 (6) Mn
206		445.954	.959	(3)	(2)	445.957	.945 (6) Fe
207		446.066	—	(1)	—	446.066	.066 (5) Mn, Cr
208	76	446.198	.198	(4) Sehr breit.	(5) Sehr breit, aber	446.198	.198 (5) Fe
209		446.338	—	(1)	— [scharf.	446.338	?
210		446. —	.373	—	(2) Scharf.	446.373	.375 (4) Ni, Cr

Digitized by Google

Nr.	N.L.	W. L. 117	W.L. 123	Bemerkungen 117	Bemerkungen 123	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
211		446.480	—	(3)	—	446.480	.477 (5) Mn, Cr
212		446. —	.517	—	(3) Breit.	446.517	.508 (5) Cr
213	77	446.684	.684	(3)	(3)	446.684	.684 (6) Fe
214		446.860	.880	(1)	(2)	446.870	.879 (6)
215		446.957	.984	(2)	(2)	446.971	.964 (6) Fe
216		447.186	.166	(1)	(2) Breit und ver-	447.176	.151 (4), .193 (3)
217	78	447.305	.305	(3)	(4) [waschen.	447.305	.305 (6) Mn, Cr
218		447.496	.511	(2) Breit.	(2)	447.504	.496 (3)
219	79	447.627	.627	(2) Breit.	(2)	447.627	.627 (6) Fe
220		448.005	.015	(4)	(4)	448.010	.981 (5) Fe, .030 (5) Fe
221		448.143	.139	(2)?	(1)	448.141	.141 (5) Mg
222	80	448.268	.268	(4) Breit.	(4)	448.268	.237 (7) Fe, .299 (5) Fe
223		448.427	.458	(2) Breit.	(2) Verwaschen.	448.443	.447 (5) Fe
224		448.600	.602	(2) Breit.	(1)	448.601	.592 (5) Fe
225		448.837	.849	(2)	(1,?	448.843	.847 (5) Fe
226		448.941	.949	(2)	(3	448.945	.937 (5) Fe
227		449.009	.038	(2)	(2)	449.024	.995 (5) Fe, .035 (5) Fe
228		449. —	.192	—	(1)	449.192	?
229		449.278	.307	(2) Breit.	(1)	449.293	.290 (4) Fe
230	81	449.477	.477	(4)	(4)	449.477	.477 (6) Fe
231		449.668	.651	(3) Breit.	(3) Breit.	449.660	.627 (5), .713 (5) Fe
232		449.817	.779	(2 ?	(1)	449.798	.791 (4)
233		449.931	.902	(3) Breit.	(2)	449.917	.908 (5) Mn, Cr
234	82	450.175	.175	(4) Breit.	(5) Sehr breit.	450.175	.150 (6) Ti, .199 (3) Ni, Cr
235		450.518	.503	(2) Breit?	(1)	450.511	.507 (5) Fe
236		450. —	.697	—	(2) Sehr breit.	450.697	.701 (3) Cr
237		450. —	.905	—	(1) Breit.	450.905	.903 (3) Cr
238		451.316	—	(2) Breit?	Hier Linien.	451.316	.301 (5) Mn
239		451.453	.446	(2)	(2)	451.450	.460 (5) Fe
240	84	451.563	.563	(3)	(2)	451.563	.563 (5) Fe
241		451.842	.838	(5) Sehr breit.	(4) Sehr breit.	451.840	.829 (4) Cr, .867 (3) Fe
242		452.031	.033	(3)	(2) Verwaschen.	452.032	.050 (5) Fe
243	85	452.296	.296	(5) Breit.	(6)	452.296	.296 (6) Fe
244		452.522	.524	(3)	(3)	452.523	.542 (5) Fe
245		452.670	.676	(2)	(2)	452.673	.675 (6) Fe
246		452.782	.777	(2)	(2)	452.780	.763 (5) Cr
247	86	452.894	.894	(4)	(4)	452.894	.894 (7) Fe
248		452.999	—	(3)	—	452.999	.986 (5) Fe
249		453.135	.124	(5) Breit.	(5)	453.130	.103 (5) Cr, .140 (5) Sr, Fe
250		453.349	.337	(3)	(2)	453.343	.347 (5) Fe
251		453.447	.435	(2,?	(1)	453.441	.429 (5) Ni
252	87	453.627	.609	(6)	(5) Verwaschen.	453.627	.590 (6) Cr, .627 (6)
253		453.920	.889	(2) Breit.	(2)	453.905	.907 (4) Fe
254		454.119	.107	(3) Sehr breit.	(2) Sehr breit.	454.113	.090 (5) Cr, .132 (1) Cr
255		454.296	.272	(2)	(2)	454.284	.280 (4) Fe
256		454.447	.407	(2)	(1)	454.427	.424 (4)
257		454. —	.521	— Band.	(3)	454.521	?
258		454.582	—	(2)	—	454.582	.555 (4), .626 (5)
259		454.741	.744	(2) Verwaschen.	(2)	454.743	.728 (5) Fe
260	88	454.990	.990	(5)	(4)	454.990	.990 (6) Fe
261		455.132	—	(2)	—	455.132	.107 (4) Fe, .156 (3) Ni
262		455.278	.266	(5)	(3)	455.272	.281 (5) Fe
263		455.442	.428	(4)	(2)	455.435	.434 (6) Ba

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L. 117	W. L. 123	Bemerkungen 117	Bemerkungen 123	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
264	89	455.633	.576	(3) Breit.	(3) Breit und ver-	455.633	.576 (4), .633 (5) Fe
265		455.865	.858	(2) Breit.	2) [waschen.	455.862	.836 (3) Fe, .896 (4) Cr
266		456.045	.035	(3) Breit.	3) Verwaschen.	456.040	.038 (4) Fe
267		456.281	—	(2)	—	456.281	.262 (3)?
268		456. —	.365	—	(3) Verwaschen.	456.365	.344 (3) Cr?
269		456.404	—	(3)	—	456.404	.407 (5) Ti
270		456. —	.558	—	(3) Breit.	456.558	.504 (4) Fe, .587 (6) Fe
271		456.596	—	(4)	—	456.596	.587 (6) Fe
272		456.708	.726	(2)	(2)	456.717	.720 (5) Fe
273		456.899	.881	(3) Breit.	(3) Verwaschen.	456.890	.861 (4), .910 (5) Fe
274	91	457.200	.187	(5) Sehr breit.	(6) Sehr breit.	457.200	.171 (1) Cr, 200 (3) Fe
275		457.521	.501	(3) Breit.	(3)	457.511	.507 (5) Fe
276		457.762	.759	(2)	(2)	457.761	.749 (4) Mn
277		457.911	.900	(2)	(2)	457.906	.890 (5) Ca, Ti
278		458.047	.046	(4)	(2)	458.047	.038 (5) Fe
279	92	458.182	.182	(3)	(2)	458.182	.182 (8) Fe
280		458.401	.388	(2) Breit.	(2) Verwaschen.	458.395	.373 (4), .417 (6) Fe
281		458.648	.643	(4) Breit.	(4)	458.646	.622 (6) Ca, .665 (5)
282		459.163	—	(2)	—	459.163	.178 (6) Ba
283	93	459.295	.295	(3)	(2)	459.295	.295 (7) Fe
284		459.449	—	(3)	—	459.449	.447 (4) Cr
285		459.603	—	(2)?	—	459.603	.593 (3)?
286		459.824	—	(3) Sehr breit.	—	459.824	.815 (5), .848 (5) Fe
287		460.002	—	(3) Sehr breit.	—	460.002	.017 (4) Ba, Cr
288		460.361	—	(3)	—	460.361	.370 (3)
289		460.571	—	(2)	—	460.571	.534 (5) Ba, Mn, .591 (4) Cr
290		460.678	—	(2)	—	460.678	.659 (4) Cr
291		460.827	—	(3)	—	460.827	.802 (5) Fe
292		461.000	—	(2) Breit.	—	461.000	.023 (3) Cr
293		461.193	—	(3)	—	461.193	.160 (6) Fe
294		461.392	—	(4) Breit.	—	461.392	.363 (6) Fe, .427 (4) Cr
295		461.648	—	(3) Breit.	—	461.648	.649 (5) Cr
296		462.003	—	(3) Sehr breit.	—	462.003	.995 (3) Ba?
297		462.345	—	(3) Breit.	—	462.345	.344 (5)
298		462.545	—	(2)	—	462.545	.540 (6) Fe
299		462.689	—	(3) Breit.	—	462.689	.689 (3) Cr
300		463.011	—	(3) Breit.	—	463.011	.968 (6) Ti, Co, .045 (5) Fe
301		463.330	—	(4) Breit.	—	463.330	.322 (6) Fe
302		463.591	—	(2) Breit.	—	463.591	.564 (3) Cr, .619 (4) Fe
303	94	463.808	—	(4)	—	463.808	.783 (6) Fe, .832 (5) Fe
304		464.020	—	(4) Breit.	—	464.020	.026 (4)
305		464.394	—	(3) Breit.	—	464.394	.376 (5) Fe
306		464.671	—	(5) Breit.	—	464.671	.647 (5) Cr, .696 (4) Cr
307	95	465.482	—	(4)	—	465.482	.482 (7) Fe

Erläuterungen.

Nr. 5. Enthält wahrscheinlich noch .584 (5) Fe.

» 6. Enthält wahrscheinlich noch .646 (5) Fe und .735 (5).

» 7. Auf Platte Nr. 123 ist die Mitte der beiden Linien gemessen.

» 13. Enthält wohl noch .496 (5) und .573 (6) Fe.

Digitized by Google

Nr. 30—31. Das Band enthält noch .625 (5) Fe, .665 (6) Fe, .700 (10) Ca, .767 (7) Fe und ist wesentlich durch die starke Linie beherrscht.
» 32. Auf Platte Nr. 123 ist die Mitte der beiden Linien gemessen.
» 35—36. Ende des Bandes unsicher; enthält noch .345 (6), .387 (7) Fe.
» 48. Wahrscheinlich die Mitte von Nr. 47 und 49.
» 57—58. Das Band enthält noch .528 (5) Fe, .562 (3), .592 (5) Fe, .621 (5).
» 73. Ist auf Platte 117 nicht als Normallinie erkannt.
» 75—76. Das Band enthält noch .744 (4).
» 78—79. Ende sehr unsicher wegen Schwäche; das Band enthält noch: .047 (5), .087 (5) Fe, .142 (5) Mn.
» 80. Enthält wahrscheinlich noch .287 (5) Fe, .347 (5).
» 94—95. Das Band enthält noch: .977 (6) Fe, .014 (1) Mn, .060 (5) Mn, .082 (3), .111 (4), .134 (3).
» 131—132. Das Band enthält noch: .720 (3), .752 (4) Hg, .787 (4).
» 142—143. Das Band enthält noch: .402 (4).
» 148—149. Das Band enthält noch: .375 (4) Cr, .401 (5) Fe, .430 (3) Cr, .464 (6), .492 (6) Fe, .534 (6) Cr, .569 (4), .603 (4).
» 153. Nach Violett die Linien .375 (5) Cr, .347 (4), .316 (6) Mn.
» 154. Dazwischen .550 (6).
» 155—157. Das Band enthält noch: .743 (5) Cr, .786 (5), .829 (5) Fe, .880 (6) Fe, .921 (4), .961 (5) Fe, .001 (4) Mn, Ni, .088 (5) Fe, .134 (6) Fe.
» 160. Dazwischen die Linie .862 (1).
» 178—179. Nichts dazwischen, erscheint etwas fraglich.
» 180. Auch diese Linie ist auffallend.
» 193—194. Das Band enthält noch: .076 (4) Fe, .132 (4) Fe, .207 (5) Cr, .270 (6) Fe.
» 194. Auf den beiden Platten ist je eine der Linien gemessen.
» 231. Dazwischen: .670 (1) Mn.
» 252. Auf Platte 123 ist die Mitte der Linie gemessen.
» 254. Scheint nicht mit ⊙ zu stimmen.
» 256—258. Das Band enthält noch .495 (5) Fe; die Linien .261 und .262 sind Mittel der angegebenen Linien, die auf den beiden Platten verschieden aufgefasst sind.
» 264. Auf beiden Platten je eine der beiden Linien gemessen.
» 274. Auf Platte 123 scheint die schwache Linie .171 (1) Cr noch mitgewirkt zu haben.

β Geminorum.

Aufnahmen: Nr. 85, sehr gutes und scharfes Spectrum.
Nr. 94, sehr scharf, aber etwas matt.

Das Spectrum ist Typus II*a* und entspricht fast absolut dem Sonnenspectrum, ist jedoch wohl schon etwas weiter nach III*a* vorgeschritten. Die Bänderbildung ist nur wenig entwickelter als im Sonnenspectrum, dagegen scheint das Violett, von der *G*-Gruppe an, etwas kräftiger absorbirt zu sein; doch ist eine Beurtheilung dieses Umstandes erschwert durch die Mattheit der Aufnahmen. Eine irgend merkliche Abweichung vom Sonnenspectrum konnte sonst nicht constatirt werden.

Digitized by Google

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr.	N. L.	W. L. 85	W. L. 94	Bemerkungen 85	Bemerkungen 94	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
1		427.956	—	(5) Band.	—	427.956	.950 (3) Mn
2		428.100	—		—	428.100	.087 (5) Fe, .142 (5) Mn
3		428.747	—	(4)	—	428.747	.744 (5) Fe
4		429.278	—	(4)	—	429.278	.281 (4) Zn
5		429.376	—	(3)	—	429.376	.360 (6)
6	45	429.464	.464	(6)	4	429.464	.464 (6) Fe
7		429.572	.563	(4)	(3)	429.568	.566 (5)
8		429.652	.643	4	3	429.648	.633 (4) Ni, .671 (3)
9		429.752	.745	(4)	(4	429.749	.751 (5)
10		429. —	.856	—	3.	429.856	.858 (5) Zn, Fe
11	46	429.951	.951	(5) Band.	5) Von hier ab	429.951	.951 (6)
12		430.180	—	(5)	alles gänzlich	430.180	.162 (5)
13		430.255	—	(5) Band.	absorbirt bis	430.255	.237 (4), .275 (5) Ca, Fe
14		430.516	—	(5)	Nr. 17.	430.516	.505 (5) Fe
15		430.754	—	(4)?	—	430.754	.727 (6)
16	48	430.840	—	(6) Band.	—	430.840	.840 (8) Fe
17	49	431.338	.338	(5)	(5)	431.338	.338 (6)
18		431.448	.467	(4)	(3)	431.458	.462 (7) Mn
19		431.559	.545	(5) Breit.	(5.	431.552	.556 (8) Fe
20		431.756	.752	(2) Breit.	(3	431.754	.757 (3)
21	50	431.913	.913	(3)	(2)	431.913	.913 (7) Sr
22		432.123	.123	(4) Breit.	(3. Breit.	432.123	.123 (5) Fe
23		432.218	.222	(1)	(2	432.220	.220 (4) Fe
24		432.380	.376	(5) Breit.	(3. Breit.	432.378	.374 (4)
25		432.532	.530	(6) Band.	5) Band.	432.531	.543 (7) Ba
26		432.670	—			432.670	.676 (3) Sr, Mn
27		432. —	.707	—		432.707	.720 (5) Fe
28		432.746	.752	(2)	(2)	432.749	.751 (6) Fe
29		432.845	.845	(2)	(3) Breit.	432.845	.834 (7) Fe
30		432.958	—	(1)?	—	432.958	.975 (5) Mn
31	52	433.053	—	(2)	—	433.053	.038 (4), .068 (4)
32		433. —	.103	—	2. Verwaschen.	433.103	.115 (4) Ni
33		433.205	.209	(1)	1) Verwaschen.	433.207	.199 (5)
34		433.324	.311	(2) Breit.	(2) Verwaschen.	433.318	.325 (4)
35		433.433	.419	(2)	(2)	433.426	.415 (4)
36		433. —	.529	—	(1)	433.529	.529 (1)
37	53	433.735	.735	(3) Nach Roth ver-	(4) Nach Roth ver-	433.735	.735 (6) Fe
38		433.991	.985	(4) [waschen.	(2) [waschen.	433.988	.972 (5) Ni, .999 (5)
39	54	434.071	.071	(6)	(6)	434.071	.071 (9) Hγ
40		434. —	.163	—	(3) Breit.	434.163	.158 (5) Ni
41		434.367	.336	(3) Breit.	(3)	434.352	.349 (5) Fe
42	55	434.469	.469	(3) Breit.	(2)	434.469	.458 (5), .479 (5) Fe
43		434.673	.672	(1) Band.	2) Breit, folgen	434.673	.655 (3) Mn, .688 (4) Fe
44		434.831	—	(2)	— [Linien.	434.831	.818 (5) Fe
45		435. —	.117	—	(3)	435.117	.116 (3)
46	56	435.223	.223	(4)	(4)	435.223	.223 (7) Mg
47		435.324	.322	(3)	(4)	435.323	.312 (6) Fe
48		435.506	.489	(2) Breit.	(2) Breit.	435.498	.495 (4)
49		435.635	.639	(2) Breit.	(1)	435.637	.637 (4) Cr
50		435.900	.909	(4)	3)	435.905	.891 (6) Fe, .911 (5)
51	57	436.001	.001	(4)	(3)	436.001	.001 (7) Cr, Zr, Ni, Mn

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L. 85	W. L. 94	Bemerkungen 85	Bemerkungen 94	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
52		436. —	.108	—	(1) Breit.	436.108	.121 (5) Fe
53		436.361	.366	(1)	(1)	436.364	.363 (5)
54		436. —	.455	—	(1)	436.455	.456 (6) Cr
55		436.688	.705	(1)	(1)	436.697	.700 (6)
56	58	436.805	.821	(4) Breit.	(5) Breit.	436.805	.805 (7) Fe, .836 (5) Fe
57		437.009	.015	(4)	(4)	437.012	.022 (6) Fe
58	59	437.160	.160	(5)	(4) Breit.	437.160	.145 (6) Cr, .175 (6)
59		437. —	.343	—	(1) Breit.	437.343	.323 (5) Fe, .375 (4) Cr
60		437. —	.501	—	(1) Breit.	437.501	.492 (6) Fe
61	60	437.638	.638	(3) Nach Viol. ver-	(2) Breit.	437.638	.638 (6) Fe
62		437.772	.776	(1) [waschen.	(1) Breit.	437.774	.769 (5) Fe
63		437.937	.970	(2)	(2)	437.954	.934 (4) Cr, .968 (6)
64		438.092	.118	(2) Breit.	(2) Verwaschen.	438.105	.085 (3) Cr, Ni, .118 (5) Cr
65	61	438.356	—	(6) Sehr breit u.	—	438.356	.347 (4), .375 (5) Cr
66		438. —	.420	— [verwasch.	(6) Ganz verwasch.	438.420	.421 (6)
67		438.527	.554	(6) Breit.	(5) Breit.	438.541	.512 (6) Fe, .550 (6)
68		438. —	.736	Folgen Linien.	(1)?	438.736	.724 (5) Cr
69		438. —	.886	—	(1)	438.886	.880 (6) Fe
70		439.006	.028	(1)	(2)	439.017	.001 (4) Mn, Ni, .032 (5)
71		439. —	.125	—	(1)	439.125	.134 (6) Fe
72		439.202	.228	(2)	(1)	439.215	.208 (5) Cr
73		439.386	.411	(2) Breit.	(3) Verwaschen.	439.399	.382 (4) Cr, .440 (5) Cr
74	63	439.533	.546	(4) Verwaschen.	(4) Breit.	439.533	.533 (7) Fe, .558 (5) Cr
75		439.851	.849	(1)	(1)?	439.850	.830 (4)?
76	64	440.000	.000	(1) Band.	(2) Band.	440.000	.000 (6) Cr, Ni
77		440.182	.186	(3)	(3)	440.184	.168 (6) Fe
78		440.357	.343	(1)	(2)	440.350	.339 (5), .370 (4) Cr
79	65	440.499	.499	(6) Breit.	(6) Verwasch., be-	440.499	.499 (8) Fe
80		440.689	—	(1)	— [sonders nach	440.689	.681 (6) Cr
81		440.782	—		— [Violett.	440.782	.785 (6) Fe
82		440. —	.864	(3) Band.	(3) Ganz verwasch.	440.864	.864 (6) Fe
83		440.933	—		—	440.933	.932 (4)
84		441. —	.122	—	(1)	441.122	.121 (5) Cr
85		441.219	.226	(2)	(3)	441.223	.203 (4) Mn, .235 (4) Cr
86	67	441.535	.535	(6)	(6) Nach Viol. ver-	441.535	.510 (8) Fe, .559 (6) Fe?
87		441.660	.673	(1)	(1) [waschen.	441.667	.648 (4), .687 (5) Cr
88		441.767	.777	(1)	(1)	441.772	.779 (6) Ni
89		442.036	.027	(1) Breit.	(1) Breit.	442.032	.033 (3)
90		442.164	.166	(1)	(2)	442.165	.170 (3) Cr
91	68	442.269	.300	(2) Breit.	(3) Verwaschen.	442.269	.269 (6) Fe, .332 (5) Fe
92		442.415	—	(2)	—	442.415	.398 (5) Fe, .442 (5)
93		442. —	.454	—	(3)	412.454	.442 (5)
94	69	442.563	.592	(3) Breit.	(3) Breit.	442.563	.563 (7) Ca, .621 (4)
95		442.726	.759	(4)	(3) Breit.	442.743	.746 (7) Fe
96		442.852	—	(2)	—	442.852	.809 (3) Cr, .881 (5) Cr
97	70	443.030	.060	(4) Breit.	(4) Breit.	443.030	.030 (6) Fe, .089 (6) Fe
98		443.372	.389	(1) Breit.	(1) Breit.	443.381	.353 (6) Fe, .411 (5) Fe
99	71	443.533	.533	(3) Sehr scharf.	(3)	443.533	.533 (8) Ca
100		443.837	.829	(2) Breit.	(1) Breit.	443.833	.803 (4) Sr, Cr, Ni, .869 (4) Fe
101		444.096	.110	(2) Band.	(2) Band.	444.103	.076 (4) Fe, .132 (4) Fe
102		444.445	.472		(3)	444.459	.455 (4) Cr
103		444.574	.587	(1)	(1)	444.581	.585 (4) Fe
104		444.722	.701	(1) Band.	(2) Band.	444.712	.721 (5) Fe
105	73	444.812	.812	(2)	(2)	444.812	.812 (6) Fe

Digitized by Google

Nr.	N.L.	W. L. 85	W. L. 94	Bemerkungen 85	Bemerkungen 94	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
106		444.957	.934	2	1	444.946	.951 (5) Mn
107	74	445.081	.081	3	3	445.081	.081 (6) Fe
108		445.178	.180	1	1	445.179	.196 (5) Mn
109		445.304	.308	1	1	445.306	.296 (4)
110	75	445.496	.496	3 Breit.	4 Verwaschen.	445.496	.476 (5) Fe, .516 (6) Ca
111		445. —	.673	—	1	445.673	.669 (4) Fe
112		445. —	.789	—	2	445.789	.787 (6) Mn
113		445.928	.935	3	2	445.932	.945 (6) Fe
114		446.044	.045	1	1	446.045	.012 (4), .066 (5) Mn, Cr
115	76	446.198	.149	4 Sehr breit.	2 } Band.	446.198	.149 (5) Mn, Cr, .198 (5) Fe
116		446. —	.266	—	— }	446.266	.278 (4) Cr
117		446.345	—	1	—	446.345	.375 (4) Ni, Cr
118		446.484	.486	3 Breit.	3 Breit.	446.485	.477 (5) Mn, Cr, .508 (5) Cr
119	77	446.684	.684	3	3 Breit.	446.684	.684 (6) Fe
120		446.881	—	1	—	446.881	.879 (6)
121		446.970	.954	2	3	446.962	.964 (6) Fe
122		447.189	.177	1	2	447.183	.193 (3)
123	78	447.305	.305	3	3	447.305	.305 (6) Mn, Cr
124		447.505	.479	1 Breit.	2	447.492	.496 (3)
125	79	447.627	.627	2	2	447.627	.627 (6) Fe
126		448.027	.011	3	2 Breit. }	448.019	.030 (5) Fe
127		448.166	—	1	— } Band.	448.166	.177 (4) Fe
128	80	448.268	.268	4	3 Breit. }	448.268	.237 (7) Fe, .299 (5) Fe
129		448. —	.403	—	2 Breit.	448.403	.396 (3)
130		448.446	—	1 Breit.	—	448.446	.447 (5) Fe
131		448.627	.590	1 Breit.	2 Breit, folgen	448.609	.592 (5) Fe
132		448.732	—	1	— [mehrere Lin.	448.732	.718 (3)
133		448.859	—	1	—	448.859	.847 (5) Fe
134		448.999	—	2 Ganz verwasch.	—	448.999	.995 (5) Fe
135	81	449.477	.477	4	4 Breit.	449.477	.477 (6) Fe
136		449.916	.913	2	3	449.915	.908 (5) Mn, Cr
137	82	450.150	.150	2 Ganz verwasch.	4 Breit.	450.150	.150 (6) Ti
138		450.440	—	2	—	450.440	.400 (3) Mn, .507 (5) Fe
139	84	451.563	—	2	—	451.563	.563 (5) Fe
140		451.874	—	3 Nach Viol. ver-	—	451.874	.867 (3) Fe
141		452.034	—	3 [waschen.	—	452.034	.050 (5) Fe
142	85	452.296	—	4	—	452.296	.296 (6) Fe
143		452.534	—	2	—	452.534	.542 (5) Fe
144		452.672	—	2	—	452.672	.675 (6) Fe
145	86	452.894	—	5	—	452.894	.894 (7) Fe
146		453.133	—	5	—	453.133	.140 (5) Fe
147		453.339	—	2 } Band.	—	453.339	.347 (5) Fe
148		454.052	—	6 }	—	454.052	.006 (4), .090 (5) Cr
149		454.121	—	2 Breit.	—	454.121	.132 (1) Cr
150		454.296	—	2 Breit.	—	454.296	.280 (4) Fe
151		454.512	—	2 Ganz breit.	—	454.512	.495 (5) Fe, .555 (4)
152		454.746	—	2 Breit.	—	454.746	.728 (5) Fe
153	88	454.990	—	5 Etwas ver-	—	454.990	.990 (6) Fe
154		455.293	—	3 [waschen.	—	455.293	.281 (5) Fe
155		455.456	—	3	—	455.456	.434 (6) Ba, .485 (3) Cr
156	89	455.633	—	2	—	455.633	.633 (5) Fe
157		456.064	—	2	—	456.064	.038 (4) Fe, .110 (3)
158		456.420	—	2 Verwaschen.	—	456.420	.407 (5) Ti

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L. 85	W. L. 94	Bemerkungen 85	Bemerkungen 94	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
159	90	456.587	—	(2) Breit.	—	456.587	.587 (6) Fe
160		456.734	—	(2) Breit.	—	456.734	.720 (5) Fe
161		456.928	—	(4) Breit.	—	456.928	.910 (5) Fe
162		457.492	—	(2) Breit.	—	457.492	.507 (5) Fe
163		458.045	—	(3)	—	458.045	.038 (5) Fe
164	92	458.182	—	(3)	—	458.182	.182 (8) Fe
165		458.414	—	(3)	—	458.414	.417 (6) Fe
166		458.634	—	(3) Breit.	—	458.634	.622 (6) Ca
167	93	459.268	—	(2)	—	459.268	.240 (4) Cr, .295 (7) Fe
168		459.826	—	(3) Breit.	—	459.826	.815 (5)
169		460.076	—	(3) Breit.	—	460.076	.069 (4)
170		460.347	—	(2)	—	460.347	.330 (6) Fe
171		460.543	—	(4) Breit.	—	460.543	.534 (5) Ba, Mn
172		460.782	—	(3)	—	460.782	.767 (4) Sr, .802 (5) Fe
173		461.158	—	(4)	—	461.158	.160 (6) Fe
174		461.398	—	(3) Breit.	—	461.398	.363 (6) Fe, .427 (4) Cr
175		461.635	—	(3) Breit.	—	461.635	.649 (5) Cr
176		461.972	—	(3) Breit.	—	461.972	.966 (5) Fe
177		462.283	—	(2) Breit.	—	462.283	.279 (4) Cr
178		462.516	—	(2)	—	462.516	.540 (6) Fe
179		462.661	—	(2)	—	462.661	.652 (6) Mn, Cr
180		463.029	—	(2)	—	463.029	.045 (5) Fe
181		463.292	—	(3) Breit.	—	463.292	.322 (6) Fe
182		463.559	—	(3) Breit.	—	463.559	.564 (3) Cr
183	94	463.783	—	(3) Breit.	—	463.783	.783 (6) Fe

Erläuterungen.

Nr. 1—2. Das Band enthält noch die Linien: .994 (4) Fe, .020 (5) Fe, .047 (5).

» 11—12. Das Band enthält noch die Linien: .977 (6) Fe, .014 (1) Mn, .060 (5) Mn, .082 (3), .111 (4), .134 (3).

» 13—14. Das Band enthält noch die Linien: .314 (6), .341 (3), .364 (4), .401 (3), .432 (6), .483 (5).

» 16—17. Das Band enthält 14 Linien (innere *G*-Gruppe).

» 20. Enthält wahrscheinlich noch: .732 (4) und .783 (3).

» 24. Enthält wahrscheinlich noch: .347 (4) Mn und .402 (3).

» 25—27. Das Band ist beherrscht durch die Linie .622 (10) Fe.

» 34. Enthält wahrscheinlich noch: .297 (4) Ba und .358 (3).

» 43—44. Das Band enthält noch: .720 (3), .752 (4) Hg, .787 (4).

» 48. Enthält wahrscheinlich noch: .462 (3) und .546 (5) Ca.

» 49. Enthält wahrscheinlich noch: .609 (4) Ni und .671 (4) Mn.

» 56. Auf Platte 94 ist die Mitte der beiden Linien gemessen.

» 61. Nach Violett folgen die Linien: .603 (4), .569 (4), .534 (6) Cr.

» 63. Auf jeder der Platten ist nur je eine der beiden Linien gemessen.

» 65—67. Das Band enthält noch: .396 (8) Fe, .463 (4) Cr, Ni; bei Nr. 67 ist auch nur je eine der beiden Linien gemessen.

» 68. Es folgt u. a. noch: .829 (5) Fe.

» 73. Auf Platte 94 ist wahrscheinlich die Mitte beider Linien gemessen, auf 85 nur die erste.

Digitized by Google

Nr. 74. Auf Platte 94 ist die Mitte beider Linien gemessen, auf 85 nur die erste.
» 76—77. Das Band enthält noch: .040 (3), .069 (6) Cr, .120 (4) Ni.
» 79. Nach Violett folgen: .454 (5), .420 (4).
» 81—83. Das Band enthält noch die Linie .837 (4) Cr, Mn.
» 91. Auf Platte 94 ist die Mitte der beiden Linien gemessen, auf 85 nur die erste.
» 92. Auf Platte 85 ist die Mitte der Linie .398 (5) Fe und der Nr. 93 .442 (5) gemessen.
» 94. Auf Platte 94 ist die Mitte der beiden Linien gemessen, auf 85 nur die erste Linie.
» 96. Existenz scheint fraglich.
» 97. Auf Platte 94 ist die Mitte der beiden Linien gemessen, auf 85 nur die erste Linie.
» 101—102. Das Band enthält noch: .207 (5) Cr, .270 (6) Fe, .320 (4), .357 (5) Fe, .418 (6).
» 104—105. Das Band enthält noch: .751 (5) Mn.
» 115. Auf den beiden Platten ist als Normallinie eine verschiedene genommen.
» 115—116. Das Band enthält noch: .237 (5) Mn, Cr.
» 117. Unsicher.
» 126—128. Das Band enthält noch die Linie: .141 (5) Mg.
» 140. Nach Violett folgen: .829 (4) Cr, .783 (5) Fe.
» 147—148. Das Band enthält noch an stärkeren Linien: .429 (5) Ni, .508 (4) Ni, .546 (4) Cr, .590 (6) Cr, .627 (6), .681 (3) Cr.
» 182. Wahrscheinlich identisch mit .504 (4) Fe und .619 (4) Fe.

α Cassiopejae.

Aufnahmen: Nr. 180, Spectrum matt und nicht sehr scharf.
Nr. 179, Spectrum matt und recht unscharf.

Das Spectrum ist Typus II*a* mit angedeutetem Uebergange nach III*a*, doch ist wegen der geringen Schärfe der Aufnahmen und ihrer Lichtschwäche schwer zu entscheiden, wie weit der Uebergang vorgeschritten ist. Man wird das Spectrum etwa auf gleiche Stufe mit dem von *β* Geminorum stellen können.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr.	N. L.	W. L. 180	W. L. 179	Bemerkungen 180	Bemerkungen 179	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
1	44	429.024	—	(5) Ganz verwasch.	—	429.024	.024 (6) Mn
2		429.149	—	Band (3).	—	429.149	.145 (6) Fe
3		429.269	—		—	429.269	.261 (6) Fe
4	45	429.464	—	(5)	—	429.464	.464 (6) Fe
5		429.550	—	(3)	—	429.550	.528 (3), .566 (5)
6		429.638	—	(1)	—	429.638	.633 (4) Ni
7		429.728	—	(3) Verwaschen.	—	429.728	.718 (5) Ni
8	46	429.951	—	(6) In G-Gruppe	—	429.951	.951 (6)
9		431. —	.328	— [alles absorbirt.	(5)	431.328	.310 (4), .338 (6)
10		431. —	.462	—		431.462	.462 (7) Mn
11		431.546	—	(5)	Band (6).	431.546	.532 (5), .556 (8) Fe
12		431. —	.604	—		431.604	?
13		431.738	.767	(2)	(2) Verwaschen.	431.753	.732 (4), .757 (3)
14	50	431.913	.913	(2)	(3)	431.913	.913 (7) Sr
15		432.115	.130	(3) Verwaschen.	(4)	432.123	.123 (5) Fe

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L. 180	W. L. 179	Bemerkungen 180	Bemerkungen 179	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
16		432.353	—	Band (3)	—	432.353	.347 (4) Mn
17		432.436	.402		(3) Ganz breit.	432.419	.402 (3), .432 (5)
18		432. —	.517	—		432.517	.543 (7) Ba
19	51	432.622	—	(6)	Band (6).	432.622	.622 (10) Fe
20		432. —	.689	—		432.689	.676 (3) Sr, Mn
21		432.817	.819	(3)	(1)	432.818	.789 (3), .834 (7) Fe
22	52	433.092	.103	(2) Ganz verwasch.	(3) Ganz breit.	433.098	.068 (4), .115 (4) Ni
23		433.310	.320	(2)	(2)	433.315	.297 (4) Ba, .325 (4)
24		433.420	.423	(1)	(1)	433.422	.415 (4)
25	53	433.704	.735	Band (4).	(5) Band.	433.735	.704 (3), .735 (6) Fe
26		433.836	.858		(2)	433.847	.821 (5), .855 (4) Fe
27	54	434.071	.071	(6)	(6)	434.071	.071 (9) Hγ
28		434. —	.230	—	(2)	434.230	?
29		434.386	.367	(2) Verwaschen.	(3)	434.377	.349 (5) Fe, .396 (4) Fe
30	55	434.479	.479	(4)	(4)	434.479	.479 (5) Fe
31		434.679	.666	(3) Verwaschen.	(2)	434.673	.655 (3) Mn, .688 (4) Fe
32		434.817	.798	(2) Verwaschen.	(3)	434.808	.818 (5) Fe
33		434.940	—	(1)	—	434.940	.930 (5) Fe
34		435. —	.112	—	(4)	435.112	.116 (3)
35		435.161	—	(4)	— Band.	435.161	Mitte.
36	56	435.223	.223	(4)	(6)	435.223	.223 (7) Mg
37		435.330	.327	(2)	(5)	435.329	.312 (6) Fe
38		435.516	.518	(2) Verwaschen.	(2) Ganz breit.	435.517	.495 (4), .546 (5) Ca
39		435. —	.661	—	(2) Ganz breit.	435.661	.637 (4) Cr, .671 (4) Mn,
40		435. —	.855	—	(3)	435.855	.854 (4) Hg [.701 (4) Cr
41		435.894	—	(2)	— Band.	435.894	.891 (6) Fe
42	57	436.001	.001	(3)	(4)	436.001	.001 (7) Cr, Ni, Zr, Mn
43		436.135	—	(1) Breit.	—	436.135	.121 (5) Fe
44		436.371	.342	(1)	(2) Ganz breit.	436.357	.363 (5)
45		436.683	—	(2)	—	436.683	.700 (6)
46	58	436.821	.821	(5)	(5) Breit.	436.821	.805 (7) Fe, .836 (5) Fe
47		437.016	.008	(3)	(4)	437.012	.022 (6) Fe
48	59	437.160	.160	(3)	(3)	437.160	.145 (6) Cr, 175 (6)
49		437.337	.293	— Band.	Band (3).	437.315	.323 (5) Fe
50	60	437.621	.638	(6)		437.638	.638 (6) Fe
51		437.751	—	(2)	—	437.751	.769 (5) Fe
52		437.972	.970	(2)	(2) Breit.	437.971	.968 (6)
53		438.106	.100	(2) Breit.	(1) Ganz breit.	438.103	.085 (3) Cr, Ni, .118 (5) Cr
54		438.296	.306	Band (6).	Band (6).	438.301	.293 (3) Cr, Mn
55		438.562	.570	Folgen Linien.	Folgen Linien.	438.566	.550 (6), .576 (6) Fe
56		439. —	.383	—	(2)	439.383	.382 (4) Cr
57	63	439.546	.546	(5)	(3) Ganz breit.	439.546	.533 (7) Fe, .558 (5) Cr
58		439.862	—	(1)	—	439.862	.895 (4) Ni
59	64	439.974	—	(2)	—	439.974	.000 (6) Cr, Ni
60		440.056	.035	Band (5).	(2) Band.	440.046	.040 (3)
61		440.190	.171		(3)	440.181	.168 (6) Fe
62		440. —	.331	—	(2) Ganz breit.	440.331	.339 (5)
63	65	440.499	.499	(6) Breit.	(6) Ganz breit.	440.499	.499 (8) Fe
64		440.816	—		—	440.816	.785 (6) Fe, .837 (4) Cr, Mn
65		440. —	.891	Band (2).	(4) Ganz breit.	440.891	Mitte.
66		440.951	—		—	440.951	.965 (4) Cr
67		441.093	—	(1) Verwaschen.	—	441.093	.067 (4) Cr, Mn, Ni, .121
68		441.236	.225	(2)	(2)	441.231	.235 (4) Cr [(5) Cr

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L. 180	W. L. 179	Bemerkungen 180	Bemerkungen 179	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
69	67	441.535	.535	5 Breit.	6	441.535	.510 (8) Fe, .559 (6) Fe?
70		441.677	—	1 Verwaschen.	—	441.677	.687 (5) Cr
71		442. —	.031	—	1	442.031	.033 (3)
72		442.151	—	Band (3.	—	442.151	.170 (3) Cr
73		442.306	.284		2 Ganz breit.	442.295	.269 (6) Fe, .332 (5) Fe
74		442.415	—	2	—	442.415	.398 (5) Fe, .442 (5)
75	69	442.563	.563	3	3	442.563	.563 (7) Ca
76		442.725	.737	4 Verwaschen.	4	442.731	.746 (7) Fe
77	70	443.030	.030	6 Breit.	3 Breit.	443.030	.030 (6) Fe

Erläuterungen.

Nr. 2—3. Das Band enthält noch: .165 (5), .202 (5) Fe, .231 (1).
» 10—12. Das Band enthält noch: .482 (7), .508 (1). Ende unbestimmt.
» 16—17. Das Band enthält noch: .374 (4).
» 18—20. Das Band enthält noch: .577 (1).
» 25. Bei Nr. 180 ist die erste, bei Nr. 179 die zweite Linie gemessen.
» 25—26. Das Band enthält noch: .784 (5) Sr.
» 29—30. Das Band enthält noch: .426 (3), .458 (5).
» 31—32. Das Band enthält noch: .720 (3), .752 (4) Hg, .787 (4).
» 34—36. Das Band enthält noch: .137 (4), .166 (1) Fe, .190 (3). Nr. 35 ist nur die Mitte des Bandes ohne bestimmte Linie.
» 40—42. Das Band enthält noch: .911 (5), .926 (4), .953 (3), .974 (1) Ba, Cr, Mn.
» 49—50. Das Band enthält noch: .375 (4) Cr, .401 (5) Fe, .430 (3) Cr, .464 (6), .492 (6) Fe, .534 (6) Cr, .569 (4), .603 (4).
» 54—55. Das Band enthält noch: .316 (6) Mn, .347 (4), .375 (5) Cr, .396 (8) Fe, .421 (6), .463 (4) Cr, Ni, .512 (6) Fe.
» 60—61. Das Band enthält noch: .069 (6) Cr, .120 (4) Ni.
» 64—66. Das Band enthält noch: .864 (6) Fe, .932 (4).
» 72—73. Das Band enthält noch: .208 (4).

α Arietis.

Aufnahmen: Nr. 176, nicht sehr scharf.
Nr. 23, wenig scharf und sehr matt. Breites Spectrum.

Das Spectrum gehört zu Classe II*a* mit geringer Annäherung an III*a*. Es ist eine starke Neigung zur Bildung von Bändern vorhanden; doch ist dieselbe jedenfalls zum grossen Theile auf die Unschärfe des Spectrums zurückzuführen, was besonders auch aus der verhältnissmässig geringen Absorption jenseits der *G*-Gruppe hervorgeht.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr.	N. L.	W. L. 176	W. L. 23	Bemerkungen 176	Bemerkungen 23	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
1	34	423.621	—	3	—	423.621	.621 (9) Fe
2		423.748	—	2	—	423.748	.745 (7) Fe

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L. 176	W. L. 23	Bemerkungen 176	Bemerkungen 23	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
3		423.904	—	(2)	—	423.904	.910 (7) Fe
4		424.012	—	(2)	—	424.012	.011 (7) Fe
5		424.095	—	(2)	—	424.095	.103 (5)
6	35	424.283	—	(3)	—	424.283	.265 (5) Ba, .298 (5) Fe
7		424.403	—	(3)	—	424.403	.413 (4) Fe
8	36	424.559	—	(4)	—	424.559	.559 (7) Fe
9		424.705	—	(1)?	—	424.705	.714 (7)
10		424.779	—	(2)	—	424.779	.772 (8) Fe
11		424.864	—	(2)	—	424.864	.860 (6) Fe
12	37	425.079	—	(4) Verwaschen.	—	425.079	.045 (8) Fe, .113 (9) Fe
13		425.268	—	(2) Verwaschen.	—	425.268	.264 (3)
14	38	425.468	—	(5) Breit.	—	425.468	.468 (9) Ni, Cr
15		425.631	—	(3) Verwaschen.	—	425.631	.621 (5)
16		425.902	—	(3) Verwaschen.	—	425.902	.900 (5) Fe
17	39	426.084	—	(6)	—	426.084	.084 (9) Fe
18		426.514	—	(2) Ganz verwasch.	—	426.514	.463 (5) Fe, .565 (5) Fe
19	40	426.851	—	(2)	—	426.851	.851 (4)
20		427.028	—	(2)	—	427.028	.019 (5)
21		427.151	—	(6) Band.	—	427.151	.154 (8) Fe
22		427.312	—		—	427.312	.330 (3) Li?
23		427.418	—	(2)	—	427.418	.425 (6) Fe
24	42	427.556	.591	(5) Verwaschen.	(4) Breit.	427.556	.521 (7), .591 (6) Fe
25		427.710	—	(2)	—	427.710	.710 (4) Fe
26		427.799	.785	(2)	(3) Breit.	427.792	.802 (5) Fe
27		428.030	.045	(4) Band.	(4) Band.	428.038	.020 (5) Fe, .047 (5)
28		428.173	.191			428.182	.188 (1)?
29		428.324	.337	(5)	(5) Breit.	428.331	.322 (3) Ca, Ba
30		428.503	.511	(3) Verwaschen.	(3) Breit.	428.507	.524 (5)
31		428.648	—	(2) Verwaschen.	—	428.648	.631 (6), .652 (6)
32		428.846	.865	(2) Verwaschen.	(2)	428.856	.842 (5) Ni, .863 (5) Fe
33	44	429.024	.024	(6) Ganz verwasch.	(4) Ganz breit und	429.024	.024 (6) Mn
34		429.189	.174	(2)	(3) [verwaschen.	429.182	.165 (5), .202 (5) Fe
35		429.259	.283	(2)	(3)	429.271	.261 (6) Fe
36	45	429.464	.464	(4)	(5)	429.464	.464 (6) Fe
37		429.566	.563	(1) Verwaschen.	(4)	429.565	.566 (5)
38		429.665	—	(2) Verwaschen.	—	429.665	.671 (3)
39		429.749	.762	(2) Verwaschen.	(5) Breit und ver-	429.756	.751 (5)
40		429.852	—	(3) Verwaschen.	— [waschen.	429.852	.858 (5) Fe
41	46	429.951	.951	(5) (4) Band.	(6) Band.	429.951	.951 (6)
42		430.150	.148			430.149	.134 (3), .162 (5)
43		430.266	—	(5) Band.	—	430.266	.275 (5) Fe
44		430.420	—		—	430.420	.432 (6)
45		430.635	.621	(3) Verwaschen.	(5)	430.628	.591 (6) Mn, .643 (5)
46	48	430.840	.840	(6)	(6) Breit und ver-	430.840	.840 (8) Fe
47		430.980	—	(4) Verwasch.; fol-	— [waschen.	430.980	.990 (5)
48		431.320	.341	(3) [gen Linien.	(5)	431.331	.338 (6)
49		431.470	.453	(4) Band.	(4)	431.462	.462 (7) Mn
50		431.548	.548	(3)	(5)	431.548	.556 (8) Fe
51		431.753	.751	(2) Verwaschen.	(3)	431.752	.757 (3)
52	50	431.913	.913	(2)	(3) Verwaschen.	431.913	.913 (7) Sr
53		432.121	.112	(3) Verwaschen.	(4) Verwaschen.	432.117	.123 (5) Fe
54		432. —	.204	—	(1)	432.204	.220 (4) Fe
55		432.361	.387	(3) Band.	(4) Verwaschen.	432.374	.374 (4)
56		432.437	—		—	432.437	.432 (5)

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L. 176	W. L. 23	Bemerkungen 176	Bemerkungen 23	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
57		432. —	.542	—	(5)	432.542	.543 (7) Ba
58	51	432.622	.622	(6) Sehr verwasch.	(6) Ganz verwasch.	432.622	.622 (10) Fe
59		432.856	.819	(1)?	(3)	432.838	.834 (7) Fe
60	52	433.068	.068	(4)	(3) Breit und ver-	433.068	.068 (4)
61		433.305	.286	(2)	(3) [waschen.	433.296	.297 (4) Ba
62		433.419	.416	(2)	(3)	433.418	.415 (4)
63		433. —	.508	—	(1)	433.508	.506 (3)
64		433.686	.704	(5) Ende des Ban-	(4) Ende des Ban-	433.695	.704 (3)
65	54	434.071	.071	(6) [des.	(6) [des.	434.071	.071 (9) Hγ
66		434.367	.353	(3)	(3)	434.360	.349 (5) Fe
67	55	434.479	.479	(3)	(3)	434.479	.479 (5) Fe
68		434.670	.631	(3) Breit.	(2) Breit.	434.651	.655 (3) Mn
69		434.814	.788	(3) Breit.	(2) Breit.	434.801	.787 (4), .818 (5) Fe
70		435. —	.089	—		435.089	.080 (3)
71	56	435.223	—	(6) Scharf, mit ver-	(6) Band.	435.223	.223 (7) Mg
72		435. —	.317	— [wasch. Ansätz.		435.317	.312 (6) Fe
73		435.518	.476	(2)	(2) Breit.	435.497	.495 (4)
74		435.674	.645	(2) Breit.	(2) Breit und ver-	435.660	.671 (4) Mn
75		435.903	.873	(3)	(4) [waschen.	435.888	.891 (6) Fe
76	57	436.001	.001	(2) Breit.	(3)	436.001	.001 (7) Zr, Cr, Ni, Mn
77		436. —	.108	—	(3) Breit.	436.108	.121 (5) Fe
78		436.323	.305	(2) Band.	(3) Band.	436.314	.321 (3) Fe
79		436.457	.450			436.454	.456 (6) Cr
80		436. —	.621	—	(2) Ganz breit.	436.621	.634 (5) Fe
81	58	436.836	.821	(5) Breit.	(5)	436.821	.805 (7) Fe, .836 (5) Fe
82		437.021	.000	(4)	(4)	437.011	.022 (6) Fe
83	59	437.160	.160	(4)	(4)	437.160	.145 (6) Cr, .175 (6)
84	60	437.638	.603	(5) Nach Viol. ver-	(4) Nach Viol. ver-	437.621	.603 (4), .638 (6) Fe
85		437.757	.774	(2) Breit. [wasch.	(1) [waschen.	437.766	.769 (5) Fe
86		437.983	.941	(1)	(2)	437.962	.968 (6)
87		438.121	.092	(3) Verwaschen.	(3) Breit.	438.107	.118 (5) Cr
88		438.294	—	(6) Band!	—	438.294	.293 (3) Cr, Mn
89		438. —	.365	Es folgen mehr-	(6) Band.	438.365	.375 (5) Cr
90		438.577	.567	rere scharfe Lin.		438.572	.576 (6) Fe
91		439.219	.214	(2)	(2)	439.217	.208 (5) Cr
92		439.389	.370	(3) Verwaschen.	(3)	439.380	.382 (4) Cr
93	63	439.546	.546	(6)	(5) Breit.	439.546	.533 (7) Fe, .558 (5) Cr
94		439. —	.849	—	(1)	439.849	.830 (4)
95	64	440.000	.000	(3) Band.	(3) Band.	440.000	.000 (6) Cr, Ni
96		440.196	.163	(5)	(4)	440.180	.168 (6) Fe
97		440.348	—	(2)	—	440.348	.339 (5)
98	65	440.499	.499	(6) Breit und ver-	(6) Ganz breit.	440.499	.499 (8) Fe
99		440. —	.685	— [waschen.	(1)	440.685	.681 (6) Cr
100		440.834	.810	(3) Band.	(3) Band.	440.822	.837 (4) Cr, Mn
101		440.921	.918			440.920	.932 (4)
102		441. —	.076	—	(1)	441.076	.067 (4) Cr, Mn, Ni
103		441.232	.226	(2) Breit.	(3) In ⊙ nicht.	441.229	.235 (4) Cr
104	67	441.535	.510	(6)	(6) Folgen Linien.	441.535	.510 (8) Fe, .559 (6) Fe
105		441.676	—	(1)	—	441.676	.687 (5) Cr
106		442. —	.163	—	(2)	442.163	.170 (3) Cr
107		442.292	.291	(3) Nach Viol. ver-	(3)	442.292	.269 (6) Fe, .332 (5) Fe
108		442.423	.419	(2) [waschen.	(2)	442.421	.398 (5) Fe, .442 (5)
109	69	442.563	.563	(4) Breit.	(3) Breit.	442.563	.563 (7) Ca

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L. 176	W. L. 23	Bemerkungen 176	Bemerkungen 23	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
110		442.719	.727	(4)	(6)	442.723	.746 (7) Fe
111	70	443.030	.030	(5) Breit.	(4) Breit.	443.030	.030 (6) Fe
112		443.369	—	(2) Verwaschen.	—	443.369	.353 (6) Fe
113	71	443.533	.533	(3) Ganz verwasch.	(3) Ganz breit und	443.533	.533 (8) Ca
114		443.650	—	(2)	— [verwaschen.	443.650	.662 (5) Mn
115		443.797	.821	(2)	(1)	443.809	.803 (4) Sr, Cr, Ni
116		444. —	.069	—		444.069	.076 (4) Fe
117	72	444.270	—	(2) Ganz verwasch.	2 Band.	444.270	.270 (6) Fe
118		444.436	.430	(2) Verwaschen.		444.433	.418 (6)
119		444.763	.746	(3) Breit.	(3) Breit.	444.755	.751 (5) Mn
120		444. —	.935	—	(1)	444.935	.951 (5) Mn
121	74	445.081	.081	(2)	(3) Breit.	445.081	.081 (6) Fe
122		445.344	—	(1)	—	445.344	.335 (5) Mn
123	75	445.516	.516	(5)	(5)	445.516	.516 (6) Ca
124		445. —	.810	—	(1)?	445.810	.787 (6) Mn, .853 (5) Mn, Cr
125		445.949	—	(1)	—	445.949	.945 (6) Fe
126		445. —	.997	—	(2) Breit.	445.997	.970 (3), .012 (4)
127	76	446.218	.218	(5) Breit.	(5) Breit.	446.218	.198 (5) Fe, .237 (5) Mn, Cr
128		446.482	.504	(2) Breit.	(2)	446.493	.477 (5) Mn, Cr, .508 (5) Cr
129	77	446.684	.684	(2)	(2)	446.684	.684 (6) Fe
130		446.960	.965	(2) Ganz verwasch.	2 Breit und ver-	446.963	.964 (6) Fe
131		447.150	.142	(1) Verwaschen.	(1) [waschen.	447.146	.151 (4)
132	78	447.305	.305	(3)	(3)	447.305	.305 (6) Mn, Cr
133		447.496	.457	Nicht in Sonne.	(1)	447.477	.496 (3)
134	79	447.627	.627	Band.	(3)	447.627	.627 (6) Fe
135		447.799	—	(1)	—	447.799	.812 (3) Cr
136		448.001	.007	(3)		448.004	.981 (5) Fe, .030 (5) Fe
137		448.145	—	(1)	(3) Band.	448.145	.141 (5) Mg
138	80	448.268	.268	(3) Verwaschen.		448.268	.237 (7) Fe, .299 (5) Fe
139		448.455	.435	(1)	(2)	448.445	.447 (5) Fe
140		448. —	.643	—	(2)	448.643	?
141		448.894	—		—	448.894	?
142		448. —	.992	(2) Band.	(2) Ganz breit und	448.992	.995 (5) Fe
143		449.057	—		— [verwaschen.	449.057	.035 (5) Fe
144	81	449.477	.477	(3) Verwaschen.	(4)	449.477	.477 (6) Fe
145		449.669	—	(2) Ganz verwasch.	—	449.669	?
146		449.915	—	(3)	—	449.915	.908 (5) Mn, Cr
147		450.209	.189	(2) Ganz breit und	(4) Ganz breit.	450.199	.199 (3) Ni, Cr
148		450.519	.518	(1) [verwaschen.	(1)	450.519	.507 (5) Fe
149		451.862	.857	(3) Verwaschen.	(3) Breit.	451.860	.867 (3) Fe
150		452.065	.066	(2)	(2)	452.066	.050 (5) Fe
151	85	452.296	.296	(4) Breit.	(4) Breit.	452.296	.296 (6) Fe
152	86	452.894	.894	(2)	(3)	452.894	.894 (7) Fe
153		453.148	.143	(3)	(3)	453.146	.140 (5) Fe
154		453. —	.342	—	(2)	453.342	.347 (5) Fe
155	87	453.627	.627	(5)	(4)	453.627	.627 (6)
156		454.147	—	(2) Ganz verwasch.	—	454.147	?
157		454.516	—	(2) Verwaschen.	—	454.516	.495 (5) Fe
158	88	454.990	—	(4)	—	454.990	.990 (6) Fe
159		455.352	—	(3)	—	455.352	?
160		455.467	—	(2)?	—	455.467	?
161	89	455.633	—	(2) Ganz unsicher.	—	455.633	.633 (5) Fe

Digitized by Google

Erläuterungen.

Nr. 18. Dazwischen .513 (5).
» 21—22. Das Band enthält noch: .217 (9) Fe, .256 (4), .287 (3).
» 24. Auf Platte 176 ist die Mitte der beiden Linien aufgefasst.
» 27—28. Das Band enthält noch: .087 (5) Fe, .142 (5) Mn.
» 41—42. Das Band enthält noch: .977 (6) Fe, .014 (1) Mn, .060 (5) Mn, .082 (3), .111 (4).
» 43—44. Das Band enthält noch: .314 (6), .341 (3), .364 (4), .401 (3).
» 49—50. Das Band enthält noch: .482 (7), .508 (1), .532 (5).
» 55—56. Das Band enthält noch: .402 (3).
» 70—72. Das Band enthält noch: .096 (1), .116 (3), .137 (4), .166 (1) Fe, .190 (3), .250 (1), .275 (1).
» 78—79. Das Band enthält noch: .363 (5), .402 (4).
» 81. Auf Platte 23 ist die Mitte der beiden Linien aufgefasst.
» 84. Auf beiden Platten ist je eine andere Linie aufgefasst worden.
» 88—90. Das Band enthält noch: .316 (6) Mn, .347 (4), .396 (8) Fe, .421 (6), .463 (4) Ni, Ca, .512 (6) Fe, .550 (6).
» 95—96. Das Band enthält noch: .040 (3), .069 (6), .120 (4).
» 100—101. Das Band enthält noch: .864 (6) Fe.
» 104. Auf Platte 176 ist die Mitte der beiden Linien gemessen.
» 116—118. Das Band enthält noch: .132 (4) Fe, .207 (5) Cr, .320 (4), .357 (5) Fe.
» 133—134. Das Band enthält noch: .552 (3) Cr.
» 136—138. Das Band enthält noch: .090 (3) Sr, Ni, .177 (4) Fe.

β Herculis.

Aufnahme: Nr. 150, das Spectrum ist matt und nicht sehr scharf.
Die andere Aufnahme ist nicht zum Messen geeignet.

Das Spectrum ist Typus II*a* mit vermehrter Neigung zur Bildung schmaler Bänder. Bei Beginn der *G*-Gruppe ist alles absorbirt. Das Spectrum wird etwa hinter dem von *β* Geminorum rangiren.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr.	N. L.	W. L.	Bemerkungen	⊙
		μμ		
1		431.551	(4)	.556 (8) Fe
2		431.766	(2)	.757 (3), .783 (3)
3	50	431.913	(3)	.913 (7) Sr
4		432.118	(4)	.123 (5) Fe
5		432.336	Band (3).	.347 (4) Mn
6		432.431		.432 (5)
7	51	432.622	(6) Ganz breit.	.622 (10) Fe
8		432.724	(3)	.720 (5) Fe
9		432.806	(1)	.789 (3)
10	52	433.068	(2) Breit.	.068 (4)
11		433.283	(2)	.297 (4) Ba
12		433.398	(2)	.385 (3), .415 (4)
13	53	433.704	Band (4).	.704 (3)
14		433.828		.821 (5) Fe

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L.	Bemerkungen	⊙
		μμ		
15		433.964	(3)	.972 (5) Ni
16	54	434.071	(6)	.071 (9) Hγ
17		434.356	1 Verwaschen.	.349 (5) Fe
18	55	434.469	(2)	.458 (5), .479 (5) Fe
19		434.828	2 Verwaschen.	.818 (5) Fe
20	56	435.223	3 Verwaschen.	.223 (7) Mg
21		435.306	(3)	.312 (6) Fe
22		435.605	(2)	.609 (4) Ni
23		435.878	(2)	.854 (4) Hg, .891 (6) Fe
24	57	436.001	(2)	.001 (7) Zr, Cr, Ni, Mn
25		436.358	1 Verwaschen.	.363 (5)
26		436.696	(3)	.700 (6)
27	58	436.836	4 Breit.	.836 (5) Fe
28		437.016	(4)	.022 (6) Fe
29	59	437.160	(4)	.145 (6) Cr, .175 (6)
30		437.481	(2)	.464 (6), .492 (6) Fe
31	60	437.638	(3)	.638 (6) Fe
32		437.944	(1)	.934 (4) Cr, .968 (6)
33		438.129	3 Verwaschen.	.118 (5) Cr
34	61	438.396	6 Breit.	.396 (8) Fe
35		438.551	5 Breit.	.512 (6) Fe, .550 (6), .576 (6) Fe
36		438.719	(1)	.724 (5) Cr
37		439.216	(2)	.208 (5) Cr
38		439.400	(2) Ganz breit.	.382 (4) Cr, .440 (5) Cr
39	63	439.546	(4)	.533 (7) Fe, .558 (5) Cr
40	64	440.000	(2) Band.	.000 (6) Cr, Ni
41		440.184	(4) Band.	.168 (6) Fe
42	65	440.499	(6)	.499 (8) Fe
43	66	440.864	(2)	.864 (6) Fe
44		441.059	(1)	.067 (4) Cr, Mn, Ni
45		441.226	3 In ⊙ kaum.	.235 (4) Cr
46	67	441.535	(6)	.510 (8) Fe, .559 (6) Fe
47		441.676	(1)	.687 (5) Cr
48		442.282	(2)	.269 (6) Fe
49		442.423	(2)	.442 (5)
50	69	442.563	(3)	.563 (7) Ca
51		442.724	(3)	.699 (4), .746 (7) Fe
52	70	443.030	4 Breit.	.030 (6) Fe

Erläuterungen.

Nr. 5—6. Das Band enthält noch: .374 (4), .402 (3).
» 13—14. Das Band enthält noch: .735 (6) Fe, .784 (5) Sr.
» 30—31. Das Band enthält noch: .534 (6) Cr, .569 (4), 603 (4).
» 40—41. Das Band enthält noch: .040 (3), .069 (6) Cr, .120 (4) Ni.

γ Leonis.

Aufnahme: Nr. 114, Spectrum nicht scharf, der Spalt war zu weit geöffnet.
Von den anderen Aufnahmen ist keine zur Messung geeignet.

Das Spectrum ist Typus II*a* mit entschiedenem Uebergange nach III*a* hin, wie aus der sehr starken Absorption bei der *G*-Gruppe zu schliessen ist. Wegen des zu weit geöffneten Spaltes ist

Digitized by Google

eine genauere Beurtheilung der Stellung des Spectrums im Uebergange von II*a* nach III*a* nicht möglich. Ueberhaupt fallen die Messungen ungenau aus.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr.	N. L.	W. L.	Bemerkungen	⊙
		μμ		
1		431.752	(3)	.757 (3)
2	50	431.913	(3)	.913 (7) Sr
3		432.108	(4)	.123 (5) Fe
4		432.389	(5) Breit u. verwaschen.	.374 (4), .402 (3)
5	51	432.622	(6) Ganz breit.	.622 (10) Fe
6	52	433.092	(2) Ganz breit.	.068 (4), .115 (4) Ni
7		433.294	(2) Verwaschen.	.297 (4) Ba
8		433.407	(2) Verwaschen.	.415 (4)
9		433.496	(1)	.506 (3)
10		433.678	Band (3).	.662 (3) Mn
11		433.848		.855 (4) Fe
12	54	434.071	(6)	.071 (9) Hγ
13		434.324	Band (4)	.349 (5) Fe
14	55	434.469		.458 (5), .479 (5) Fe
15		434.681	Band (2)	.688 (4) Fe
16		434.831		.818 (5) Fe
17	56	435.223	(6) Ganz verwaschen.	.223 (7) Mg
18		435.328	(3)	.312 (6) Fe
19		435.522	(1) Verwaschen.	.495 (4), .546 (5) Ca
20		435.884	(3)	.891 (6) Fe
21	57	436.001	(2)	.001 (7) Cr, Zr, Ni, Mn
22		436.381	(2) Verwaschen.	.363 (5), .402 (4)
23		436.673	(2) Verwaschen.	.634 (5) Fe, .700 (6)
24	58	436.836	(4) Breit.	.836 (5) Fe
25		437.018	(3)	.022 (6) Fe
26	59	437.160	(3) Folgen Linien.	.145 (6) Cr, .175 (6)
27	60	437.621	(5)	.603 (4), 638 (6) Fe
28		437.791	(1)	.769 (5) Fe, .821 (4)
29		437.966	(1)	.968 (6)
30		438.125	(3) Verwaschen.	.118 (5) Cr
31		438.290	Band (6).	.293 (3) Cr, Mn
32		438.560		.550 (6), .576 (6) Fe
33		439.034	(2) Breit.	.032 (5)
34		439.216	(3)	.208 (5) Cr
35		439.393	(2) Verwaschen.	.382 (4) Cr
36	63	439.546	(4)	.533 (7) Fe, .558 (5) Cr
37		439.724	(1)	.727 (4) Ni
38		439.831	(1)	.830 (4)
39		440.180	(4) Nach Viol. verwasch.	.168 (6) Fe
40		440.349	(2) Verwaschen.	.339 (5)
41	65	440.499	(6) Verwaschen.	.499 (8) Fe
42		440.866	(3) Ganz breit und ver-	.864 (6) Fe
43		441.232	(2) [waschen.	.235 (4) Cr
44	67	441.535	(6)	.510 (8) Fe, .559 (6) Fe
45		441.661	(1)	.648 (4), .687 (5) Cr
46		441.755	(1)	.734 (4) Cr, .779 (6) Ni
47		441.870	(2) Verwaschen. Folgen	.843 (5)?
48		442.307	(3) [Linien.	.332 (5) Fe

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L.	Bemerkungen	⊙
		μμ		
49		442.429	(3)	.442 (5)
50	69	442.563	(4) Breit.	.563 (7) Ca
51		442.719	(4)	.699 (4), .746 (7) Fe
52	70	443.030	(4) Breit.	.030 (6) Fe
53		443.358	(2) Breit.	.353 (6) Fe
54	71	443.533	(4)	.533 (8) Ca
55		443.806	(2) Verwaschen.	.803 (4) Sr
56		444.425	(3) Verwaschen.	.418 (6)
57	73	444.751	(3) Verwaschen.	.751 (5) Mn
58		444.926	(2)	.951 (5) Mn
59	74	445.056	(3)	.030 (3), .081 (6) Fe
60		445.185	(2)	.196 (5) Mn
61		445.318	(2) Verwaschen.	.296 (4), .335 (5) Mn
62	75	445.496	(5)	.476 (6) Fe, .516 (6) Ca

Erläuterungen.

Nr. 10—11. Das Band enthält noch: .704 (3), .735 (6) Fe, .784 (5) Sr, .821 (5) Fe.
» 13—14. Das Band enthält noch: .375 (1), .396 (4) Fe, .426 (3).
» 15—16. Das Band enthält noch: .720 (3), .752 (4) Hg, .787 (4).
» 31—32. Das Band enthält noch: .316 (6) Mn, .347 (4), .375 (5) Cr, .396 (8) Fe, .421 (6), .463 (4) Cr, Ni, .512 (6) Fe.

α Tauri.

Aufnahmen: Nr. 20, recht gut, scharf.
Nr. 52, sehr scharf. Die Aufnahme beginnt aber erst bei W. L. 439.5 μμ kräftig genug zum Messen zu werden. Bis dahin ist benutzt:
Nr. 168, Spectrum nicht so gut wie die beiden vorigen, durchweg etwas verwaschen und matt.

Das Spectrum ist Typus II*a* mit deutlichen Uebergängen zu III*a* hin. Die Linien sind im Allgemeinen breiter und verwaschener als im Sonnenspectrum und vereinigen sich mehr als in diesem zu Bändern, die schon mehrfach in charakteristischer Weise eine einseitige Verwaschenheit zeigen. Während im Grossen und Ganzen auch in Bezug auf die relativen Intensitäten eine grosse Uebereinstimmung mit dem Sonnenspectrum herrscht, finden doch schon einzelne auffallende Abweichungen statt, die im Folgenden besonders hervorgehoben sind. Die Lichtschwäche des Spectrums von der *G*-Gruppe an nach dem Violett hin ist gegenüber dem Sonnenspectrum auffallend.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr.	N. L.	W. L. 20	W. L. 52/168	Bemerkungen 20	Bemerkung. 52 168	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
1		427.459	—	(6) Band.	—	427.459	.462 (3)
2		427.596	—		—	427.596	.591 (6) Fe
3		427.786	—	(4)	—	427.786	.802 (5) Fe

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L. 20	W. L. 52/168	Bemerkungen 20	Bemerkung. 52/168	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
4		427.911	—	(3) Breit, verwasch.	—	427.911	.866 (5) Fe, .930 (3)
5		428.013	—	(5) Band.	—	428.013	.020 (5) Fe
6		428.198	—		—	428.198	.188 (1)
7		428.271	—	(6) Band.	—	428.271	.287 (5) Fe
8		428.380	—			428.380	?
9		428.644	—	(3) Breit, verwasch.	—	428.644	.631 (6), .652 (6)
10		428.829	—	(4) Ganz breit.	—	428.829	.842 (5) Ni
11		428.944	—	(6) Band.	—	428.944	.954 (4) Fe
12		429.083	—		—	429.083	.077 (5) Fe
13		429.163	—	(4) Band.	—	429.163	.145 (6) Ba, Fe
14		429.278	.256		(2)	429.267	.261 (6) Fe
15	45	429.464	—	(6) Ganz verwasch.	(5)	429.464	.464 (6) Fe
16		429.650	.644	(2)	(2) Breit.	429.647	.633 (4) Ni?
17		429.743	.731	(2)	(2)	429.737	.718 (5) Ni, .751 (5)
18		429.835	.827	(1)	(2)	429.831	.828 (3)
19	46	429.938	.938	(4) Band.	(4)	429.938	.926 (6) Ca
20		430.160	—		In der G-Gruppe sind keine Einzelheiten zu erkennen.	430.160	.162 (5)
21	47	430.295	—	(4) Breit.		430.295	.275 (5) Ca, Fe, .314 (6)
22		430.644	—	(4) Breit.		430.644	.643 (5)
23	48	430.840	—	(6) Ganz breit und		430.840	.840 (8) Fe, Sr
24		430.998	—	(2) Breit. [verw.	—	430.998	.990 (5)
25	49	431.324	.324	(3) Breit.	(4) Verwaschen.	431.324	.310 (4), .338 (6)
26		431.466	.458	(5) Band.	(4) Band.	431.462	.462 (7) Mn
27		431.577	.551		(4)	431.564	.556 (8) Fe
28		431.745	.742	(2) Scharf. ⊙ nicht!	(2)	431.744	.732 (4), .757 (3)
29	50	431.913	.913	(3) Breit.	(3) Breit.	431.913	.913 (7) Sr
30		432. —	.016	—	(1)?	432.016	?
31		432.133	.126	(3) Breit, verwasch.	(3)	432.130	.123 (5) Fe
32		432. —	.229	—	(2)	432.229	.220 (4) Fe
33		432.385	.369	(2) Breit, verwasch.	(3) Verwaschen.	432.377	.374 (4)
34		432.536	.531	(6) Band.	(6) Band.	432.534	.543 (7) Ba
35		432.750	.761			432.756	.751 (6) Fe
36		432.847	.839	(1)	(2)	432.843	.834 (7) Fe
37	52	433.068	.068	(2) Ganz breit und	(2)	433.068	.068 (4)
38		433. —	.134	— [verwaschen.	(1)	433.134	.144 (4) Fe
39		433.201	.209	(1)	(1)	433.205	.199 (5)
40		433.310	.308	(3) ⊙ schwach.	(2) Breit.	433.309	.297 (4) Ba, .325 (4)
41		433.427	.435	(3) ⊙ schwach.	(2)	433.431	.444 (2)
42		433. —	.529	—	(1)	433.529	.529 (1)
43	53	433.735	.735	(5) Nach Roth ver-	(4)	433.735	.735 (6) Fe
44	54	434.071	.071	(6) [waschen.	(6)	434.071	.071 (9) Hγ
45		434. —	.172	—	(1)	434.172	.158 (5) Ni
46		434.228	.242	(1)	(3)	434.235	.247 (1)
47		434.344	.351	(2)	(2) Breit.	434.348	.349 (5) Fe
48	55	434.469	.469	(3)	(4)	434.469	.458 (5), .479 (5) Fe
49		434.655	.631	(2) Band.	(3) Band.	434.643	.655 (3) Mn
50		434.802	.805	(2)	(3)	434.804	.818 (5) Fe
51		434. —	.917	—	(1) Breit.	434.917	.930 (5) Fe
52		435.098	—	Nicht in ⊙. Nach	—	435.098	.096 (1)
53	56	435.223	.223	(4) [Viol. verw.	(6) Ganz verwasch.	435.223	.223 (7) Mg
54		435.313	.315	(3)	(3)	435.314	.312 (6) Fe
55		435.455	.445	(2) Band.	(2)	435.450	.462 (3)
56		435.558	.551		(1)	435.555	.546 (5) Ca

Digitized by Google

Nr.	N.L.	W. L. 20	W. L. 52/168	Bemerkungen 20	Bemerkung. 52/168	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
57		435.659	.623	(1) Verwaschen.	(1)	435.641	.637 (4) Cr
58		435.891	.908	(2) Breit.	(2) Breit.	435.900	.891 (6) Fe
59	57	436.001	.001	(2) Breit.	(2)	436.001	.001 (7) Cr, Zr, Ni, Mn
60		436.127	.119	(2) Breit.	(2) Breit.	436.123	.121 (5) Fe
61		436. —	.230	—	(2)	436.230	.224 (1)
62		436.366	.370	(2) Breit.	(3) Verwaschen.	436.368	.363 (5)
63		436. —	.605	—		436.605	.594 (4)
64		436.662	—	(1) Breit.	(1) Band.	436.662	.634 (5) Fe, .700 (6)
65		436. —	.693	—		436.693	.700 (6)
66	58	436.821	.821	(5) Sehr breit.	(4) Breit.	436.821	.805 (7) Fe, .836 (5) Fe
67		437.011	.019	2	(3) Breit.	437.015	.022 (6) Fe
68	59	437.160	.160	(3)	(4) Breit.	437.160	.145 (6) Cr, .175 (6)
69		437. —	.277	—	(2)	437.277	.278 (4)
70		437.367	—	(2) Breit.	—	437.367	.375 (4) Cr
71	60	437.638	.638	(4) Nach Viol. ver-	(4) Nach Viol. ver-	437.638	.638 (6) Fe
72		437.953	.959	(3) Breit. [wasch.	(3) [waschen.	437.956	.968 (6)
73		438.105	.124	(1) Breit.	(1 ?	438.115	.118 (5) Cr
74		438.278	.272	(6) Band.		418.275	.236 (3), .293 (3) Cr, Mn
75		438.577	—		(6) Band.	438.577	.576 (6) Fe
76		438. —	.612	—		438.612	.576 (6) Fe, .646 (4)
77		438.726	.694	(1) Breit.	(2) Band.	438.710	.724 (5) Cr
78	62	438.855	.880	(1)		438.880	.880 (6) Fe
79		439.030	—	(2)	Mehrere Linien.	439.030	.032 (5)
80		439.225	.215	(3)	(3)	439.220	.208 (5) Cr
81		439.389	.401	(1) Sehr breit.	(2) Ganz breit.	439.395	.382 (4) Cr
82	63	439.546	.546	(6)	(5)	439.546	.533 (7) Fe, .558 (5) Cr
83		439.821	.826	(1)	(1)	439.824	.830 (4)
84		439.956	—	(1)	—	439.956	?
85	64	440. —	.000	— Band.	(1) Breit.	440.000	.000 (6) Cr, Ni
86		440.184	.197	(3)	4) Nach Viol. ver-	440.191	.168 (6) Fe
87		440. —	.284	—	[waschen.	440.284	.257 (1) Ba
88		440.405	—	(6) Band.	(6) Band.	440.405	.420 (4)
89		440.562	—			440.562	.559 (1)
90		440. —	.687	—		440.687	.681 (6) Cr
91		440. —	.781	—		440.781	.785 (6) Fe
92	66	440.850	—	(4 Sehr verwasch.	(6) Band.	440.850	.837 (4) Cr, Mn, .864 (6) Fe
93		440. —	.976	—		440.976	.965 (4) Cr
94		441.059	—	(1) Breit.	—	441.059	.067 (4) Cr, Mn, Ni
95		441. —	.141	—	(1)	441.141	.121 (5)
96		441.226	.244	(4)! Sehr scharf. ⊙	(6) ⊙ schwach.	441.235	.235 (4) Cr
97		441.404	—	(1) Breit. [schwach.	—	441.404	.393 (1) Ba
98	67	441.535	.559	(6 ! Breit.	(6) Nach Viol. ver-	441.535	.510 (8) Fe, .559 (6) Fe
99		441.670	.666	(1) Breit.	(1) [waschen.	441.668	.648 (4), .687 (5) Cr
100		441.766	.795	(1)	(2)	441.781	.779 (6) Ni
101		441.885	.892	(1) Breit.	(2) Breit.	441.889	.911 (1)
102		442.016	.043	(2) Breit.	(2) Breit.	442.030	.033 (3)
103		442.176	.171	(3)	(2) Breit.	442.174	.170 (3) Cr
104		442.282	.295	(3) Breit.	3) Breit.	442.289	.269 (6) Fe, .332 (5) Fe
105		442.429	.446	(2)	(3)	442.438	.442 (5)
106	69	442.563	.592	(5)	(4) Breit.	442.563	.563 (7) Ca, .621 (4)
107		442.727	.753	(4)	4) Breit.	442.740	.746 (7) Fe
108	70	443.030	.060	(4) Breit.	5) Verwaschen.	443.060	.030 (6) Fe, .089 (6) Fe
109		443.381	—	1) Matt.	—	443.381	.353 (6) Fe, .411 (5) Fe

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L. 20	W. L. 52/168	Bemerkungen 20	Bemerkung. 52/168	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
110		443. —	.428	—	3) Breit.	443.428	.411 (5) Fe
111	71	443.533	.533	(3) Ganz verwasch.	(4) Ganz verwasch.	443.533	.533 (8) Fe
112		443.813	.838	(4) Breit.	(4 ⊙ nicht.	443.826	.803 (4) Sr, .869 (4) Fe
113		444. —	.093	—		444.093	.076 (4) Fe
114		444.156	—		4) Band.	444.156	.132 (4) Fe
115		444. —	.342	2. Band.		444.342	.320 (4), .357 (5) Fe
116		444.432	.451		(5 Breit.	444.442	.418 (6), .455 (4) Cr
117		444.563	.572	(1)	(1)	444.568	.585 (4) Fe
118	73	444.781	.812	(3) Breit.	4) Nach Viol. ver-	444.812	.751 (5) Mn, .812 (6) Fe
119		444.930	.922	2	[wasch.	444.926	.951 (5) Mn
120		445. —	.019	— Band.	3) Band.	445.019	.030 (3)
121	74	445.081	.081	(2)	(3)	445.081	.081 (6) Fe
122		445.199	.198	(1)	(2)	445.199	.196 (5) Mn
123		445.324	.338	(2) Breit.	(3)	445.331	.335 (5) Mn
124	75	445.496	.496	(4) Verwaschen.	(4) Nach Roth ver-	445.496	.476 (5) Fe, .516 (6) Ca
125		445.776	—	(1)	— [waschen.	445.776	.787 (6) Mn
126		445.919	.941	(1)	2)	445.930	.894 (4) Ni, .945 (6) Fe
127	76	446.198	.198	(3) Sehr breit.	5) Ganz verwasch.	446.198	.198 (5) Fe
128		446.349	.356	(1)	(3)	446.353	.375 (4) Ni, Cr
129		446.491	.481	3 Breit.	(4) Verwaschen.	446.486	.477 (5) Mn, Cr
130	77	446.684	.684	3)	(3)	446.684	.684 (6) Fe
131		446. —	.874	—	2)	446.874	.879 (6)
132		446.956	.964	3)	(2)	446.960	.964 (6) Fe
133		447.092	—	(2)	—	447.092	.073 (5) Ni, Cr
134		447.173	.179	2. Breit.	(3)	447.176	.151 (4), .193 (3)
135		447.285	.305	(2)	(3)	447.295	.305 (6) Mn, Cr
136		447. —	.428	—	2	447.428	?
137		447.507	—	(2)	— Band.	447.507	.496 (3)
138	79	447.627	.627	(2)	3	447.627	.627 (6) Fe
139		447. —	.729	—	(1)	447.729	.726 (1) Cr
140		447. —	.873	—	(1)	447.873	.883 (1)
141		448.004	.017	(3) Breit.	3 Breit.	448.011	.981 (5) Fe, .030 (5) Fe
142		448. —	.148	—	(1)	448.148	.141 (5) Mg
143	80	448.268	.268	(6)	(6) Verwaschen.	448.268	.237 (7) Fe, .299 (5) Fe
144		448.456	.437	2 Breit, folgen	1) Breit.	448.447	.447 (5) Fe
145		448. —	.611	— [Linien.	(1)	448.611	.592 (5) Fe
146		448.998	.978	3 Sehr breit und	Ganz breit u. ver-	448.988	.995 (5) Fe
147		449.281	.277	(2) [verwaschen.	2)? [waschen.	449.279	.290 (4) Fe
148	81	449.477	.477	(4) Verwaschen.	5) Verwaschen.	449.477	.477 (6) Fe
149		449.666	.662	4 Breit.	4) Breit.	449.664	.670 (1) Mn
150		449. —	.782	—	(1 ?	449.782	.791 (4)
151		449.924	.891	2. Breit.	(2)	449.908	.908 (5) Mn
152		450. —	.079	—		450.079	.096 (1)
153	82	450.150	—	5) Sehr breit und	5) Band.	450.150	.150 (6) Ti
154		450. —	.259	— [verwaschen.		450.259	.248 (4) Mn
155		450.390	.371	(2)	(1)	450.381	.400 (3) Mn
156		450. —	.518	—	(2)	450.518	.507 (5) Fe
157		450. —	.607	—		450.607	.598 (1) Ba
158		450.717	—	(2) Sehr breit und	3) Band.	450.717	.701 (3) Cr
159	83	450. —	.853	— [verwaschen.		450.853	.853 (5) Fe
160		450.958	.958	(2) Sehr breit.	(1	450.958	.952 (3)
161		451. —	.125	—	(1)?	451.125	.102 (3), .144 (3)
162		451.294	.301	(2)?	(1)	451.298	.301 (5) Mn

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L. 20	W. L. 52/168	Bemerkungen 20	Bemerkung. 52/168	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
163		451. —	.378	—	(1)	451.378	.373 (3)
164		451.432	.453	(2)?	(1)	451.413	.460 (5) Fe
165	84	451.563	.563	(2)	(2)	451.563	.563 (5) Fe
166		451. —	.662	—	(1)	451.662	.654 (3)
167		451.824	.839	(3) Breit.	5 Breit.	451.832	.829 (4) Cr
168		452.023	.020	(3)	(4)	452.022	.050 (5) Fe
169	85	452.296	.296	(5)	(6)	452.296	.296 (6) Fe
170		452.540	.510	(2)	(1)	452.525	.542 (5) Fe
171		452.664	.651	(2)	(1)	452.658	.675 (6) Fe
172		452. —	.759	—	(1)	452.759	.763 (5) Cr
173	86	452.894	.894	(3)	(2)	452.894	.894 (7) Fe
174		452. —	.991	—	(1)	452.991	.986 (5) Fe
175		453.140	.123	(4)	5	453.132	.140 (5) Fe
176		453. —	.227	—	(4)	453.227	.243 (1) Cr
177		453.339	—	(4)	—	453.339	.347 (5) Fe
178		453. —	.508	— [waschen.	(1)?	453.508	.508 (4) Ni
179	87	453.609	.627	6 Nach Viol. ver-	(6)	453.627	.590 (6) Cr, .627 (6)
180		454.086	.099	(3) Ganz breit und	4 Ganz verwasch.	454.093	.090 (5) Cr
181		454.302	.286	(2) [verwaschen.	(1)	454.294	.280 (4) Fe
182		454.520	.513	(3) Ganz breit und	(3) Ganz verwasch.	454.517	.495 (5) Fe, .555 (4)
183		454.744	.710	(3) [verwaschen.	(2)	454.727	.728 (5) Fe
184	88	454.990	.990	(4) Nach Viol. ver-	(4) Nach Viol. ver-	454.990	.990 (6) Fe
185		455.272	.261	(4) Breit. [wasch.	(4) [waschen.	455.267	.281 (5) Fe
186		455.425	.428	2 }	(3)	455.427	.434 (6) Ba
187	89	455.605	.605	3 } Breit.	(3) Nach Viol. ver-	455.605	.576 (4), .633 (5) Fe
188		455. —	.841	—	(1) Verw. [wasch.	455.841	.836 (3) Fe
189		456. —	.025	—	(2) }	456.025	.038 (4) Fe
190		456.079	—	(3) Breit.	— } Band.	456.079	.038 (4) Fe, .110 (3)
191		456. —	.150	—		456.150	.171 (3) Fe
192		456.407	.383	3 } Sehr breit.	(3) Verwaschen.	456.395	.407 (5) Ti
193		456.608	.570	3 }	(3)	456.589	.587 (6) Fe
194		456.893	.882	(4)	(2) Breit.	456.888	.861 (4), .910 (5) Fe
195	91	457.187	.187	(6) Ganz breit.	6 Ganz verwasch.	457.187	.171 (1) Cr, .200 (3) Fe
196		457.525	.494	(3) Breit.	(3)	457.510	.507 (5) Fe
197		457. —	.898	—	(2)	457.898	.890 (5) Ca, Ti
198		458.065	.038	(2) Breit.	(1)	458.052	.038 (5) Fe, .087 (5) Fe
199	92	458.182	.182	(2) Breit.	(3)	458.182	.182 (8) Fe
200		458.422	.425	(2) Breit.	(1)	458.424	.417 (6) Fe
201		458.624	.652	(3) Breit.	(4)	458.638	.622 (6) Ca, .665 (5)
202		459. —	.144	Es sind noch Li-	(2) Verwaschen.	459.144	.110 (4) Fe, .178 (6) Ba
203	93	459. —	.295	nien bis 94 zu	(2)	459.295	.295 (7) Fe
204		459. —	.433	erkennen, aber	(2)	459.433	.447 (4) Cr
205		459. —	.827	nicht mehr zu	2 Breit.	459.827	.815 (5), .848 (5) Fe
206		460. —	.108	messen.	4 Breit.	460.108	.111 (5) Cr
207		460. —	.339	—	2 Breit, gehen	460.339	.330 (6) Fe
208		460. —	.807	—	2 [Linien voran.	460.807	.802 (5) Fe
209		460. —	.980	—	(2)	460.980	.962 (1)
210		461. —	.172	—	(3)	461.172	.160 (6) Fe
211		461. —	.312	—	2) Band.	461.312	.296 (1)
212		461. —	.471	—		461.471	.453 (4) Fe
213		461. —	.638	—	(3)	461.638	.649 (5) Cr
214		462. —	.019	—	4 Nach Viol. ver-	462.019	.995 (3) Ba
215		462. —	.298	—	2 Verw. [wasch.	462.298	.279 (4) Cr

Digitized by Google

Nr.	N.L.	W. L. 20	W. L. 52/168	Bemerkungen 20	Bemerkung. 52/168	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
216		462. —	.479	—	(2)	462.479	.482 (1) Ca
217		462. —	.670	—	(3)	462.670	.652 (6) Mn, Cr
218		462. —	.977	—	(2) Ganz verwasch.	462.977	.968 (6) Ti, Co
219		463. —	.303	—	(3) Breit.	463.303	.322 (6) Fe
220		463. —	.434	—	(2)	463.434	.442 (4) Cr
221	94	463. —	.783	—	(4)	463.783	.783 (6) Fe

Erläuterungen.

Nr. 1—2. Das Band schliesst die Linien: .503 (5) Cr, 521 (7) ein.

» 5—6. Das Band enthält die Linien: .047 (5), .087 (5) Fe, .142 (5) Mn, .188 (1).

» 7—8. Das Band enthält die Linien: .322 (3) Cr, .347 (5).

» 10. Enthält wahrscheinlich noch die Linie: .863 (5) Fe.

» 11—12. Das Band enthält die Linien: .987 (5) Cr, .024 (6) Mn, .049 (1) Ni.

» 13—14. Das Band enthält die Linien: .202 (5) Fe, .231 (1).

» 19—20. Beginn der *G*-Gruppe, welche so kräftig ist, dass auch auf Platte 20 nur wenig zu erkennen ist. Das Band umschliesst die Linien: .951 (6), .977 (6) Fe, .014 (1) Mn, .060 (5) Mn, .082 (3), .111 (4), .134 (3).

» 26—27. Das Band enthält die Linien: .482 (7), .508 (1), .532 (5).

» 28. Auf der Aufnahme des Sonnenspectrums ist hier keine Linie zu erkennen.

» 31—32. Dazwischen die Linie: .140 (4).

» 34—35. Das Band enthält die Linien: .577 (1), .622 (10) Fe, .676 (3) Sr, .720 (5) Fe.

» 43. Nach Roth setzen sich die Linien an: .784 (5) Sr, .821 (5), .855 (4) Fe.

» 49—50. Das Band enthält die Linien: .688 (4) Fe, .720 (3), .752 (4) Hg, .787 (4).

» 52—53. Das Band enthält die Linien: .116 (3), .137 (4), .166 (1) Fe, .190 (3). Der Beginn des Bandes ist sehr unsicher.

» 55—56. Das Band enthält die Linie: .495 (4).

» 57. Hier stehen mehrere, gleich starke Linien nahe zusammen.

» 63—65. Auf Platte 20 ist nur der Schwerpunkt des Bandes eingestellt, wo sich keine besondere Linie befindet. Enthält noch die Linie: .634 (5) Fe.

» 71. Nach Violett folgt die Linie: .603 (4).

» 74—76. Das ausserordentlich starke Band enthält die Linien: .316 (6) Mn, .347 (4), .375 (5) Cr, .396 (8) Fe, .421 (6), .463 (4) Cr, Ni, .512 (6) Fe, .550 (6), also wesentlich eine sehr starke Eisenlinie.

» 77—78. Das Band enthält die Linien: .743 (5) Cr, .786 (5), .829 (5) Fe.

» 79. In der Nähe die Linien: .001 (4) Mn, Ni, .086 (5) Fe, .134 (6) Fe.

» 81. In der Nähe: .330 (4), .440 (5) Cr.

» 84—86. Beginn des Bandes unsicher. Enthält die Linien: .895 (4) Ni, .040 (3), .069 (6), .120 (4) Ni.

» 88—89. Die ganze Strecke ist völlig beherrscht durch die Linie: .499 (8) Fe.

» 92—93. Das Band enthält noch die Linie: .932 (4).

» 96. Die Linie ist im Sternspectrum auffallend dunkel und scharf.

» 98. Auf Platte 20 ist die Mitte der beiden Linien eingestellt, auf 52 dagegen die zweite Linie.

» 99—100. Das Band enthält noch die Linie: .734 (4) Cr.

Digitized by Google

Nr. 106. Auf Platte 20 ist die stärkere Linie eingestellt worden, auf 52 die Mitte beider Linien.
» 108. Desgleichen.
» 112. Auffallender Unterschied gegen das Sonnenspectrum.
» 113—116. Das Band enthält ausserdem: .207 (5) Cr, .270 (6) Fe.
» 118. Auf Platte 20 ist die Mitte beider Linien eingestellt, auf 52 die stärkere Eisenlinie allein.
» 124. Nach Roth setzen sich an: .569 (5) Mn, Cr, .624 (6) Ca, .669 (4) Fe.
» 126. Auf Platte 20 ist die Mitte, auf 52 die stärkere Linie allein gemessen.
» 127. In der Nähe sind die Linien: .149 (5) Mn, Cr, .257 (5) Mn, Cr.
» 136—138. Das Band enthält keine weiteren Linien; Anfang unbestimmt.
» 139, 140. Vielleicht nicht reell. In ⊙ nichts Kräftiges hier.
» 146. In der Nähe die Linien: .937 (5) Fe und .035 (5) Fe.
» 152—154. Das Band enthält noch die Linie: .199 (3) Ni, Cr; Anfang unbestimmt.
» 157—159. Das Band enthält noch: .654 (1), .701 (3) Cr, .751 (3) Fe, .805 (3) Ca, Cr; Anfang unbestimmt.
» 161. Wohl nicht reell.
» 179. Auf Platte 20 die Mitte, auf 52 die zweite Linie eingestellt.
» 180. Ganz in der Nähe sind in ⊙ keine stärkeren Linien.
» 184. Nach Violett folgen die Linien: .908 (4) Cr, .816 (6) Fe.
» 192—193. Das Band enthält noch die Linie: .504 (4) Fe.
» 201. Wahrscheinlich auf Platte 20 die erste, auf 52 die zweite Linie eingestellt.
» 207. Es geht voraus: .235 (5) Fe.
» 211—212. Anfang unsicher; das Band enthält: .363 (6) Fe, .427 (4) Cr.
» 214. Sind wohl die Linien: .966 (5) Fe, .995 (3) Ba, .086 (5).

α Ursae minoris.

Aufnahmen: Nr. 43, nicht sehr scharf.
Nr. 55, besonders im mittleren Theile sehr scharf und gut.

Das Spectrum ist Typus II*a* mit sehr merklichem Uebergange zu III*a*. Alle Linien sind breiter und verwaschener als im Sonnenspectrum und zeigen infolge dessen eine grosse Neigung zu Bänderbildungen. In Betreff der Intensität zeigen viele einzelne Linien, sowie auch manche Gruppen merkliche Abweichungen vom Sonnenspectrum. Trotz dieser ausgesprochenen Uebergänge zum III. Typus ist der plötzliche Lichtabfall bei Beginn der *G*-Gruppe nicht auffallender als im Sonnenspectrum. In dieser Beziehung würde *α* Ursae minoris der Sonne näher stehen als *α* Tauri, während er in Bezug auf die übrigen Uebergangsindicien ihm mindestens gleich steht.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr.	N.L.	W. L. 43	W. L. 55	Bemerkungen 43	Bemerkungen 55	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
1		425. —	.028	—	(3)	425.028	.045 (8) Fe
2	37	425. —	.113	—	(3)	425.113	.113 (9) Fe
3	38	425. —	.468	—	(3) Breit.	425.468	.468 (9) Cr, Ni
4		425. —	.856	—	(5)	425.856	.860 (5) Fe
5	39	426.084	.084	(6) Breit.	(4) Breit.	426.084	.084 (9) Fe
6		426. —	.258	—	(4) Breit.	426.258	.233 (5)
7		426. —	.589	Mehrere Linien.	(2)	426.589	.565 (5) Fe, .597 (3)

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L. 43	W. L. 55	Bemerkungen 43	Bemerkungen 55	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
8		426. —	.746	Mehrere Linien.	(2)?	426.746	.735 (5) Fe
9	40	426. —	.851	—	(2)	426.851	.851 (4)
10		427.126	.153	(2)	(3) } Band.	427.140	.154 (8) Fe
11	41	427.236	.236	(5)	(6) }	427.236	.217 (9) Fe, .256 (4)
12		427. —	.357	—	(3) Breit.	427.357	.330 (3) Li?, .378 (6)
13		427.391	—	(4) Breit.	—	427.391	.378 (6), .425 (6) Fe
14	42	427.521	.521	(3)	} (3) Band.	427.521	.521 (7)
15		427.627	.635	(4)		427.631	.591 (6) Fe, .649 (3)
16		427. —	.869	Mehrere Linien.	(2)	427.869	.866 (5) Fe
17		428. —	.080	—	(2) Sehr breit und	428.080	.087 (5) Fe
18		428.283	—	} (3) Band.	— [verwaschen.	428.283	.287 (5) Fe
19		428.371	.333		(3) Sehr breit.	428.352	.347 (5)
20		428.485	.470	(3)	(3)	428.478	.467 (5) Ni
21		428.852	.850	(4)	(3) Breit.	428.851	.842 (5) Ni, .863 (5) Fe
22		428.971	.967	} (4) Band.	(3) } Band.	428.969	.954 (4) Ca, Fe, .987 (5) Cr
23		429.097	.087		(5) }	429.092	.077 (5) Fe
24	45	429.464	.464	(4) Breit.	(5) Breit.	429.464	.464 (6) Fe
25		429. —	.544	—	(1)	429.544	.528 (3), .566 (5)
26		429.661	.651	}	(2)	429.656	.633 (4) Ni, .671 (3)
27		429. —	.711	} (4) Band.	(4)	429.711	.718 (5) Ni
28		429.754	—		—	429.754	.751 (5)
29		429. —	.831	—	(2)	429.831	.828 (3)
30	46	429.951	.951	(4) Sehr breit.	(4) Breit.	429.951	.951 (6)
31		430.060	.061	(3) Sehr breit.	(3) Breit.	430.061	.060 (5) Mn
32	47	430.275	.275	(4) Sehr breit.	(4)	430.275	.275 (5) Fe
33		430.363	.390	(3) Breit.	(3) Sehr breit.	430.377	.364 (4), .401 (3)
34		430. —	.520	—	(1)	430.520	.505 (5) Fe
35		430.599	.625	(3) Breit.	(4) Breit, in ⊙	430.612	.591 (6) Mn, .643 (5)
36		430. —	.732	—	(1) [schwächer.	430.732	.727 (6)
37	48	430.840	.840	(3) In ⊙ stärker.	(4) In ⊙ viel stär-	430.840	.840 (8) Fe
38		430. —	.948	—	(2) [ker.	430.948	.955 (6)
39		431.002	.005	(3) Sehr breit.	(3)	431.004	.990 (5), .020 (5) Fe
40	49	431.338	.338	(3) Breit.	(5) In ⊙ schärfer.	431.338	.338 (6)
41		431.452	.463	(3) }	(4)	431.458	.462 (7) Mn
42		431.575	.556	(4) }	(4)	431.566	.556 (8) Fe
43		431.746	.736	(3)	(2) Breit.	431.741	.732 (4), .757 (3)
44	50	431.913	.913	(4)	(4) [cher.	431.913	.913 (7) Sr
45		432.120	.127	(6) In ⊙ schwäch.	(6) In ⊙ viel schwä-	432.124	.123 (5) Fe
46		432. —	.367	—	(1) In ⊙ stärker.	432.367	.347 (4) Mn, .374 (4)
47		432.402	—	(1)?	—	432.402	.402 (3)
48		432.505	—	}	—	432.505	.517 (1)
49		432. —	.549	} (4) Band, in ⊙ an-	(3) } Band.	432.549	.543 (7) Ba
50	51	432.622	.622	} ders.	(5) }	432.622	.622 (10) Fe
51		432.730	.721	(3) In ⊙ viel stär-	(3)	432.726	.720 (5) Fe
52		433.049	—	(3) } ker.	—	433.049	.038 (4), .068 (4)
53	52	433.133	.092	(3) }	(5) In ⊙ schwä-	433.133	.133 (4)
54		433.213	.218	(1)?	(2)? [cher.	433.216	.199 (5)
55		433.420	.420	(3) Verwaschen.	(2) Breit.	433.420	.415 (4)
56		433. —	.559	—	(1)	433.559	.560 (3)
57	53	433.735	.735	(3) } Band.	} (5) Band.	433.735	.735 (6) Fe
58		433.845	.850	(3) }		433.848	.855 (4)
59		433.983	—	Ende des Bandes.	—	433.983	.999 (5)
60	54	434.071	.071	(6)	(6)	434.071	.071 (9) Hγ

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L. 43	W. L. 55	Bemerkungen 43	Bemerkungen 55	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
61	55	434.469	.469	(4) Breit.	(4)	434.469	.458 (5), .479 (5) Fe
62		434.823	.840	(1)?	(1)?	434.832	.818 (5) Fe
63		435.125	—	(2)	—	435.125	.116 (3), .137 (4)
64	56	435.223	.223	(5) Breit.	(5)	435.223	.223 (7) Mg
65		435. —	.322	—	(2)	435.322	.312 (6) Fe
66		435.505	.501	(3) Breit.	(3) In ⊙ nicht her-	435.503	.495 (4)
67		435.889	.891	(2)	(3) [vorragend.	435.890	.891 (6) Fe
68	57	436.001	.001	(2) Folg. mehrere	(3)	436.001	.001 (7) Zr, Cr, Ni, Mn
69	58	436.805	.805	(5) Breit. [Linien.	(4) Nach Roth ver-	436.805	.805 (7) Fe
70		436.991	.013	(4) Breit.	(4) [waschen.	437.002	.988 (4) Cr, .022 (6) Fe
71	59	437.160	.160	(3)	(3)	437.160	.145 (6) Cr, .175 (6)
72		437.321	.330	(1)?	(1)?	437.326	.323 (5) Fe
73		437.513	.512	(6)! Breit, ⊙ schw.	(6)! In ⊙ nur schw.	437.513	.492 (6) Fe, .534 (6) Cr, Mn
74	60	437.638	.638	(3) In ⊙ stärker.	(3) In ⊙ viel stär-	437.638	.638 (6) Fe
75		437.987	.994	(2) Sehr breit.	(1) Breit. [ker.	437.992	.968 (6), .020 (3)
76	61	438.396	.409	(4) In ⊙ stärker.	(5) In ⊙ stärker.	438.396	.396 (8) Fe, .421 (6)
77		438. —	.516	—	}	438.516	.512 (6) Fe
78		438.566	—	(6) In ⊙ schwäch.	(3) Band.	438.566	.550 (6), .576 (6) Fe
79		438. —	.625	—	}	438.625	.646 (4)
80		438.730	.724	(4)	(2)	438.727	.724 (5) Cr
81		438.855	.876	(1) Breit.	(2) Breit.	438.866	.829 (5) Fe, .880 (6) Fe
82		439.162	.157	(3) Sehr breit.	(2) Breit.	439.160	.134 (6) Fe, Ti, .208 (5) Cr
83		439.445	.453	(3)	(2)	439.449	.440 (5) Cr
84	63	439.546	.546	(5) Nach Roth ver-	(3)	439.546	.533 (7) Fe, .558 (5) Cr
85		439. —	.619	— [waschen.	(2)	439.619	.616 (5)
86		439.856	.847	(3) Breit.	(3) Breit.	439.852	.830 (4), .895 (4) Ni
87	64	440.000	.000	(3) } Band.	(3) } Band.	440.000	.000 (6) Cr, Ni
88		440.214	.197	(3) }	(3) }	440.206	?
89		440.360	.363	(1)	(3)	440.362	.370 (4) Cr
90	65	440.499	.499	(5) In ⊙ stärker.	(4) In ⊙ stärker.	440.499	.499 (8) Fe
91		440.786	.791	(1) } Band, nach Vio-	(1) } Band.	440.789	.785 (6) Fe
92		440.978	.965	(3) } lett abnehmd.	(3) }	440.972	.965 (4) Cr
93		441.132	.110	(1) Mitte eines sehr	(2)	441.121	.121 (5) Cr
94		441. —	.222	— [breit. Bandes.	(1)?	441.222	.235 (4) Cr
95		441. —	.408	— [ker.	(1)	441.408	.420 (3)
96	67	441.535	.559	(5) Breit, in ⊙ stär-	(6) Breit.	441.535	.510 (8) Fe, .559 (6) Fe
97		441.672	.691	(1) } Band, nach Vio-	(3) In ⊙ kaum zu	441.682	.687 (5) Cr
98		441.874	.876	(3) } lett abnehmd.	(1) Sehr breit. [seh.	441.875	.843 (5), .911 (1) Cr
99		442.047	.057	(1) Breit.	(1) Breit.	442.052	.033 (3)
100		442.200	—	(2) } Band.	Breites mattes	442.200	.208 (4)
101		442.429	—	(2) }	Band.	442.429	.442 (5)
102	69	442.563	.563	(4)	(2) Breit.	442.563	.563 (7) Ca
103		442.745	.733	(5) Breit.	(3) Breit.	442.739	.746 (7) Fe
104	70	442.030	.030	(3) Breit.	(3) Breit.	443.030	.030 (6) Fe
105		443. —	.170	—	(2) Breit.	443.170	.167 (4)
106		443.239	—	(1)	—	443.239	.242 (4) Cr
107		443.332	—	(1)	—	443.332	.353 (6) Fe
108		443.432	—	(1)	—	443.432	.411 (5) Fe
109	71	443.533	.533	(6) Sehr scharf.	(6)	443.533	.533 (8) Ca
110		443.600	—	(3)	—	443.600	.599 (6) Ca
111		443. —	.776	—	(1) Breit.	443.776	.803 (4) Sr, Cr, Ni
112		443.852	—	(1) Breit.	—	443.852	.869 (4) Fe
113		444. —	.060	—	(2) Breit.	444.060	.076 (4) Fe

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L. 43	W. L. 55	Bemerkungen 43	Bemerkungen 55	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
114		444.197	.212	(1) } Band, nach	} Band.	444.205	.207 (5) Cr
115		444. —	.446	} Violett ab-		444.446	.455 (4) Cr
116		444.490	—	(4) } nehmend.	—	444.490	.494 (4) Mn, Cr
117		444.741	.767	(2) Breit.	(2) Breit.	444.754	.751 (5) Mn
118		444. —	.919	—	(2) Breit.	444.919	?
119	74	445.081	.081	(4)	(3) Breit.	445.081	.081 (6) Fe
120		445.318	—	(1)?	—	445.318	.335 (5) Mn
121	75	445.516	.516	(6) In ⊙ schwäch.	(4) Breit.	445.516	.516 (6) Ca
122		445.931	—	(2) Sehr br. u. verw.	—	445.931	.945 (6) Fe
123	76	446.198	—	(5) Br., in ⊙ schwä-	—	446.198	.198 (5) Fe
124		446.492	—	(4) Breit. [cher.	—	446.492	.477 (5) Mn, Cr, .508 (5) Cr
125	77	446.684	—	(3)	—	446.684	.684 (6) Fe
126		446.833	—	} (3) Band.	—	446.833	.819 (3) Cr
127		446.972	—	}	—	446.972	.964 (6) Fe
128		447.110	—	(3) Breit.	—	447.110	.114 (4)
129	78	447.305	—	(3)	—	447.305	.305 (6) Mn, Cr
130	79	447.627	—	(3) Breit.	—	447.627	.627 (6) Fe
131		448.154	—	(5) Ganz breit und	—	448.154	.141 (5) Mg, .177 (4) Fe
132	80	448.268	—	(2) [verwaschen.	—	448.268	.237 (7) Fe, 299 (5) Fe
133		448.407	—	(2)	—	448.407	.396 (3)
134		448.599	—	(1)	—	448.599	.592 (5) Fe
135		448.834	—	(1)	—	448.834	.847 (5) Fe
136		448.974	—	(3) Breit und ver-	—	448.974	.937 (5) Fe, .995 (5) Fe
137		449.149	—	(3) Breit. [wasch.	—	449.149	.163 (5) Mn
138	81	449.477	—	(3) Scharf.	—	449.477	.477 (6) Fe
139		449.692	—	(2) Breit.	—	449.692	.713 (5) Fe
140		449.880	—	(1)	—	449.880	.852 (3), .908 (5) Mn, Cr
141	82	450.150	—	(5)	—	450.150	.150 (6) Ti
142		450.469	—	(1)	—	450.469	?
143	83	450.878	—	(4)	—	450.878	.853 (5) Fe, .903 (3) Cr
144		451.328	—	(1)	—	451.328	.301 (5) Mn
145		451.490	—	(1) } Band.	—	451.490	.460 (5) Fe
146	84	451.563	—	(3) }	—	451.563	.563 (5) Fe
147		451.828	—	(2) Breit.	—	451.828	.829 (4) Cr
148		452.035	—	(4)	—	452.035	.050 (5) Fe
149	85	452.296	—	(5)	—	452.296	.296 (6) Fe
150		452.535	—	(2)	—	452.535	.542 (5) Fe
151		452.690	—	(1)	—	452.690	.675 (6) Fe
152		452.922	—	(2) Ganz breit.	—	452.922	.894 (7) Fe, .986 (5) Fe
153		453.133	—	(2) Breit.	—	453.133	.140 (5) Fe
154		453.429	—	(3) Breit.	—	453.429	.429 (5) Ni
155	87	453.609	—	(3)	—	453.609	.590 (6) Cr, .627 (6)
156		453.892	—	(1) Breit.	—	453.892	.907 (4) Fe
157		454.162	—	(2) Sehr breit.	—	454.162	.183 (4) Cr
158		454.512	—	(3) Breit.	—	454.512	.495 (5) Fe
159	88	454.990	—	(6) Breit.	—	454.990	.990 (6) Fe
160		455.243	—	(2)	—	455.243	.198 (3), .281 (5) Fe
161		455.442	—	(3) } Band.	—	455.442	.434 (6) Ba
162		455.667	—	(3) }	—	455.667	.633 (5) Fe, .720 (3)
163		455.897	—	(3) Breit.	—	455.897	.896 (4) Cr
164		456.418	—	(5) Breit.	—	456.418	.407 (5) Ti
165	90	456.587	—	(2)	—	456.587	.587 (6) Fe
166		456.877	—	(2) Breit.	—	456.877	.861 (4)
167	91	457.231	—	(5) Breit.	—	457.231	.231 (7) Ti, Cr

Digitized by Google

Erläuterungen.

Nr. 22—23. Das Band enthält noch die Linien: .024 (6) Mn, .049 (1) Ni.
» 30. In der Nähe die Linien: .926 (6) Ca, .977 (6) Fe.
» 33. Wahrscheinlich auf den beiden Platten je eine Linie gemessen.
» 53. Auf Platte 55 ist die Mitte gemessen von .068 (4) und .115 (4) Ni.
» 57—59. Das Band enthält noch: .784 (5) Sr, .821 (5) Fe, .894 (3), .908 (3), .943 (1) Hg, .972 (5) Ni.
» 68. Es folgen die stärkeren Linien: .121 (5) Fe, .173 (4) Sr, .253 (5), .456 (6) Cr, .634 5) Fe, .700 (6).
» 69. Es folgt nach Roth: .836 (5) Fe.
» 76. Auf Platte 55 ist die Mitte beider Linien eingestellt.
» 87—88. Das Band enthält die Linien: .040 (3), .069 (6) Cr, .120 (4) Ni, .168 (6) Fe. Ende unbestimmt.
» 91—92. Das Band enthält die Linien: .837 (4) Cr, Mn, .864 (6) Fe, .932 (4).
» 96. Auf Platte 43 ist die Mitte der beiden Linien eingestellt.
» 97—98. Das Band enthält die Linien: .734 (4) Cr, .779 (6) Ni.
» 100—101. Das Band enthält die Linien: .269 (6) Fe, .332 (5) Fe, .398 (5) Fe.
» 114—116. Das Band enthält die Linien: .270 (6) Fe, .320 (4), .357 (5) Fe, .418 (6).
» 126—127. Das Band enthält die Linie: .879 (6).
» 161—162. Das Band enthält die Linien: .485 (3) Cr, .531 (4) Cr, .576 (4).
» 163. Ist wahrscheinlich identisch mit .836 (3) Fe, .038 (4) Fe.

γ Andromedae.

Aufnahmen: Nr. 177, matt und nicht sehr scharf.
Nr. 66, etwas kräftiger und beträchtlich schärfer.

Das Spectrum ist Typus II*a* mit sehr merklicher Annäherung an III*a*. Die Bildung kleinerer Bänder ist sehr hervortretend; allerdings fallen die einseitigen Verbreiterungen weniger auf, was aber an der Schwäche der Aufnahmen liegen kann. Bei der *G*-Gruppe ist das Spectrum völlig abgeschnitten.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr.	N. L.	W. L. 177	W. L. 66	Bemerkungen 177	Bemerkungen 66	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
1		431.452	—	(6) Band.	—	431.452	.462 (7) Mn
2		431.568	.582		(6)	431.575	.556 (8) Fe
3		431.742	.746	(3) Breit.	(4)	431.744	.732 (4)
4	50	431.913	.913	(4) Breit.	(4)	431.913	.913 (7) Sr
5		432.127	.118	(3)	(4) Breit.	432.123	.123 (5) Fe
6		432. —	.218	—	(2)	432.218	.220 (4) Fe
7		432.402	.362	(3) Ganz verwasch.	(3) Breit und verwasch.	432.382	.374 (4)
8		432.495	.521	(6) Band.	(6) Band.	432.508	.517 (1)
9		432.735	.749			432.742	.751 (6) Fe
10		432.840	.827	(2)	(3)	432.834	.834 (7) Fe
11	52	433. —	.038	—	(3)	433.038	.038 (4)
12		433. —	.121	—	(3)	433.121	.115 (4) Ni, .133 (4)
13		433.304	.314	(3)	(2) Breit.	433.309	.297 (4) Ba, .325 (4)

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L. 177	W. L. 66	Bemerkungen 177	Bemerkungen 66	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
14		433.438	.434	(3)	(3)	433.436	.444 (2)
15	53	433.735	.735	(4) Ecke eines	(6) Band.	433.735	.735 (6) Fe
16		433. —	.882	— [Bandes.	(5) Band.	433.882	.894 (3)
17		433. —	.987	—	(4)	433.987	.972 (5) Ni, .999 (5)
18	54	434.071	.071	(6)	(6)	434.071	.071 (9) Hγ
19		434.232	—	(2) Scharf.	—	434.232	.247 (1)
20		434.350	.340	(3) Breit.	(2)	434.345	.349 (5) Fe
21	55	434.469	.469	(3) Breit.	(3)	434.469	.458 (5), .479 (5) Fe
22		434.670	.650	(3) Breit u. verw.	(3) Band.	434.660	.655 (3) Mn
23		434.788	.821	(2) Breit u. verw.		434.805	.818 (5) Fe
24		435.096	.110	(5) Band.	(6) Band.	435.103	.116 (3)
25		435.241	.253			435.247	.250 (1)
26		435.320	.315	(3) Scharf.	(3)	435.318	.312 (6) Fe
27		435.494	.488	(1) Ganz verwasch.	(2) Ganz verwasch.	435.491	.495 (4)
28		435.677	.642	(2) Verwaschen.	(1)	435.660	.637 (4) Cr, .671 (4) Mn
29		435.884	.882	(4) Breit.	(3) Breit.	435.883	.891 (6) Fe
30	57	436.001	.001	(4) Breit.	(2)	436.001	.001 (7) Cr, Zr, Ni, Mn
31		436.120	.116	(2) Verwaschen.	(2) Breit.	436.118	.121 (5) Fe
32		436. —	.229	—	(1)	436.229	?
33		436.347	.362	(2) Band.	(3) In ⊙ schwach.	436.355	.363 (5)
34		436.448	—		—	436.448	.456 (6) Cr
35		436.654	.674	(2) Ganz verwasch.	(2)	436.664	.634 (5) Fe, .700 (6)
36	58	436.820	.820	(4) Breit.	(4) Breit.	436.820	.805 (7) Fe, .836 (5) Fe
37		437.008	.017	(3) Breit.	(4)	437.013	.022 (6) Fe
38	59	437.160	.160	(4) Breit.	(5)	437.160	.145 (6) Cr, .175 (6)
39		437.265	--	(1)?	—	437.265	.278 (4)
40		437.345	.369	(3) Breit.	(1) Ganz verwasch.	437.357	.375 (4) Cr
41		437. —	.528	Hier Linien.	(4)	437.528	.534 (6) Cr
42	60	437.620	.620	(5)	(5)	437.620	.603 (4), .638 (6) Fe
43		437. —	.746	—	(1) Verwaschen.	437.746	.723 (4) Fe, .769 (5) Fe
44		437.966	.953	(3) Breit.	(3)	437.960	.968 (6)
45		438.109	.100	(1) Breit.	(3) Breit.	438.105	.085 (3) Cr, Ni, .118 (5) Cr
46		438.255	.287			438.271	.236 (3), .293 (3) Cr, Mn
47	61	438. —	.396	(6) Band.	(6) Band.	438.396	.396 (8) Fe
48		438.578	.549		(5)	438.564	.550 (6), .576 (6) Fe.
49		438.711	.708	(2) Breit.	(1) Breit.	438.710	.724 (5) Cr
50	62	438. —	.855	Hier Linien.	(1) Breit.	438.855	.829 (5) Fe, .880 (6) Fe
51		439. —	.022	—	(2)	439.022	.032 (5)
52		439.219	.223	(3)	(3)	439.221	.208 (5) Cr, .247 (4) Cr
53		439.398	.389	(2) Verwaschen.	(3) Breit.	439.394	.382 (4) Cr
54	63	439.546	.546	(6) Sehr breit.	(6) Breit.	439.546	.533 (7) Fe, .558 (5) Cr
55		439.832	.852	(3)	(2)	439.842	.830 (4)
56	64	439.985	.000	(2)	(1)	439.993	.895 (4) Ni, .000 (6) Cr, Ni
57		440. —	.088	— Band.	Band.	440.088	.069 (6) Cr
58		440.162	.191	(5)	(5)	440.177	.168 (6) Fe
59		440.353	.360	(3) Breit.	(1)	440.357	.339 (5), .370 (4) Cr
60	65	440.499	.499	(6) Ganz breit.	(6) Ganz breit.	440.499	.499 (8) Fe
61		440.796	—		—	440.796	.785 (6) Fe
62	66	440. —	.864	(4) Band.	(5) Ganz breit.	440.864	.864 (6) Fe
63		440.962	—		—	440.962	.965 (4) Cr
64		441.069	.065	(2)	(1) Verwaschen.	441.067	.067 (4) Cr, Mn, Ni
65		441.229	.219	(3) Breit.	(4) In ⊙ nicht.	441.224	.203 (4) Mn, .235 (4) Cr
66		441. —	.400	—	(1)	441.400	.420 (3)

Digitized by Google

Nr.	N.L.	W. L. 177	W. L. 66	Bemerkungen 177	Bemerkungen 66	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
67	67	441.510	.510	(6) Ganz breit.	(6) Verwaschen.	441.510	.510 (8) Fe
68		441.666	.649	(2)	2	441.658	.648 (4)
69		441. —	.746	—	(1)	441.746	.734 (4) Cr
70		441.877	.868	(3) Scharf, ⊙ nicht.	2 Breit.	441.873	?
71		442. —	.040	—	2	442.040	.033 (3)
72		442.156	.148	(2) Breit.	2	442.152	.170 (3) Cr
73		442.272	.304	(3) Breit.	(3) Ganz verwasch.	442.288	.269 (6) Fe, .332 (5) Fe
74		442.417	.405	(3)	(3) Breit.	442.411	.398 (5) Fe
75	69	442.563	.563	(4) Breit.	(5) Breit.	442.563	.563 (7) Ca
76		442.742	.741	(4) Breit.	6	442.742	.746 (7) Fe
77	70	443.030	.060	(5) Breit u. verw.	5 Breit.	443.030	.030 (6) Fe, .089 (6) Fe
78		443.356	—	2 Verwaschen.	—	443.356	.353 (6) Fe
79		443. —	.407	— [verwaschen.	1 Verwaschen.	443.407	.411 (5) Fe
80	71	443.533	.533	(6) Ganz breit und	(3) Verwaschen.	443.533	.533 (8) Ca
81		443.821	.831	(2) Verwaschen.	(3) In ⊙ nicht.	443.826	?
82		444.126	.135	2 Band.	Band.	444.131	.132 (4) Fe
83	72	444.313	.313		(3)	444.313	.320 (4)
84		444.446	—	(3) Verwaschen.	—	444.446	.455 (4) Cr
85		444. —	.491	—	4 Nach Viol. ver-	444.491	.494 (4) Mn, Cr
86		444.595	—	(1)?	— [waschen.	444.595	.585 (4) Fe
87		444.701	—	(1) Band.	—	444.701	.721 (5) Fe
88	73	444.812	.812	(4)	3 Nach Viol. ver-	444.812	.812 (6) Fe
89		444.964	.966	(3) Band.	(3) Breit. [wasch.	444.965	.951 (5) Mn
90	74	445.081	.081	(4)	(4) Breit.	445.081	.081 (6) Fe
91		445.320	—	(3) Ganz breit und	—	445.320	.335 (5) Mn
92		445. —	.359	— [verwaschen.	(2) Breit.	445.359	.371 (4) Fe
93	75	445.476	.516	(5)	5 Breit, folgen	445.496	.476 (5) Fe, .516 (6) Ca
94		445. —	.953	Hier Linien.	(2) Breit. [Linien.	445.953	.945 (6) Fe
95	76	446.193	.193	(4) Ganz breit.	(6) Ganz breit.	446.193	.198 (5) Fe
96		446. —	.341	—	(2) Breit.	446.341	?
97		446.476	.481	3) Breit.	(4)	446.479	.477 (5) Mn, Cr
98	77	446.684	.684	(3) Breit.	(3)	446.684	.684 (6) Fe
99		446.854	.877	(2) Band.	(1)	446.866	.879 (6)
100		446.989	.970		(2)	446.980	.964 (6) Fe
101		447.168	.162	(1) Verwaschen.	(3)	447.165	.151 (4)
102	78	447.305	.305	(2) Verwaschen.	(4)	447.305	.305 (6) Mn, Cr
103		447.477	.522	(2) Band.	(2)	447.500	.496 (3)
104	79	447.627	.627		(3)	447.627	.627 (6) Fe
105		447.862	—	(1) Verwaschen.	—	447.862	?
106		448.021	.023	(2) Verwaschen.	(3) Verwaschen.	448.022	.030 (5) Fe
107	80	448.268	.268	(4) Ganz verwasch.	(4) Breit.	448.268	.237 (7) Fe, .299 (5) Fe
108		448.457	.430	(2) Verwaschen.	(2) Breit.	448.444	.447 (5) Fe
109		448. —	.596	—	(2)	448.596	.592 (5) Fe
110		449.022	.014	(4) Ganz breit und	(4) Ganz breit und	449.018	.995 (5) Fe, .035 (5) Fe
111		449.307	.304	(1)? [verwaschen.	(2) [verwaschen.	449.306	.290 (4) Fe
112	81	449.477	.477	(3) Ganz verwasch.	4) Sehr breit.	449.477	.477 (6) Fe
113		449. —	.742	—	(3) Nach Viol. ver-	449.742	.713 (5) Fe, .791 (4) Fe
114		449.940	.960	(1) Verwaschen.	(2) Breit. [wasch.	449.950	.935 (4) Fe
115		450.206	.222	(3) Ganz verwasch. Hier mehr. Linien.	(3) Sehr br. u. verw. Hier Linien.	450.214	.199 (3) Ni, Cr, .248 (4) Mn
116		451.846	.840	(3) Breit.	(3 Breit.	451.843	.829 (4) Cr, .867 (1) Fe
117		452.065	.027	(3) Breit.	(3)	452.046	.050 (5) Fe
118	85	452.296	.296	(5) Verwaschen.	(5 Breit.	452.296	.296 (6) Fe
119		452. —	.510	—	(2)	452.510	.497 (1) Sn, Cr

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L. 177	W. L. 66	Bemerkungen 177	Bemerkungen 66	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
120	86	452. —	.894	—	(2)	452.894	.894 (7) Fe
121		453.133	.123	3) Breit.	(4 Breit.	453.128	.140 (5) Fe
122		453.352	.333	2) Verwaschen.	(3)	453.343	.347 (5) Fe
123	87	453.609	.609	4) Verwaschen.	(4) Breit.	453.609	.590 (6) Cr, .627 (6)

Erläuterungen.

Nr. 1—2. Das Band enthält noch: .482 (7), .508 (1), .532 (5).
» 8—9. Das Band enthält noch: .543 (7) Ba, .577 (1), .622 (10) Fe, .676 (3) Sr, .720 (5) Fe. Anfang unbestimmt.
» 15—16. Das Band enthält noch: .784 (5) Sr, .821 (5) Fe, .855 (4).
» 22—23. Das Band enthält noch: .688 (4) Fe, .720 (3), .752 (4) Hg, .787 (4).
» 24—25. Das Band enthält noch: .137 (4), .166 (1) Fe, .190 (3), .223 (7) Mg. Ende unbestimmt.
» 33—34. Das Band enthält noch: .402 (4).
» 46—48. Das Band enthält noch: .316 (6) Mn, .347 (4), .375 (5) Cr, .421 (6), .463 (4) Cr, Ni, .512 (6) Fe.
» 56—58. Das Band enthält noch: .040 (3), .120 (4) Ni.
» 61—63. Das Band enthält noch: .837 (4) Cr, Mn, .932 (4).
» 77 Auf Platte 66 ist die Mitte der beiden Linien gemessen.
» 82—83. Das Band enthält noch: .207 (5) Cr, .270 (6) Fe.
» 87—88. Das Band enthält noch: .751 (5) Mn.
» 89—90. Das Band enthält noch: .981 (1), .005 (1) Cr, .030 (3).
» 103—104. Das Band enthält noch: .552 (3) Cr.

β Andromedae.

Aufnahme: Nr. 153, sehr gut und scharf.

Die beiden anderen Aufnahmen sind zu matt und theilweise zu unscharf, um der Messung unterworfen werden zu können. Das Spectrum ist Typus II*a* mit starker Annäherung an III*a*. Fast alle Linien sind verbreitert und verwaschen. Das Zusammenfliessen in Bänder ist sehr hervortretend, aber ohne auffallende Neigung zu den charakteristischen einseitigen Verwaschenheiten. Mit der *G*-Gruppe bricht das Spectrum fast vollständig ab.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr.	N. L.	W. L.	Bemerkungen	⊙
		μμ		
1		431.462	(5) } Band.	.462 (7) Mn
2		431.548	(5) }	.532 (5), .556 (8) Fe
3		431.738	(2) Breit.	.732 (4)
4	50	431.913	(3)	.913 (7) Sr
5		432.111	(5) Breit.	.123 (5) Fe
6		432.224	(2)	.220 (4) Fe
7		432.371	(2) Breit.	.374 (4)

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L.	Bemerkungen	⊙
		μμ		
8		432.505	(6) Band.	.483 (3)
9		432.749		.751 (6) Fe
10	52	433.038	(3) Ganz verwaschen.	.038 (4)
11		433.195	(2)	.199 (5)
12		433.289	(3) Breit.	.272 (1) Fe, .297 (4) Ba
13		433.415	(3) Breit.	.415 (4)
14		433.508	(2)	.506 (3)
15		433.697	(6) Band.	.704 (3)
16		433.856		.855 (4)
17		433.971	(4)	.972 (5) Ni
18	54	434.071	(6)	.071 (9) Hγ
19		434.334	(1)	.349 (5) Fe
20	55	434.469	(3)	.458 (5), .479 (5) Fe
21		434.637	(3) Band.	.655 (3) Mn
22		434.791	(2)	.787 (4), .818 (5) Fe
23		435.085	(6) Band.	.080 (3)
24	56	435.223		.223 (7) Mg
25		435.298	(4)	.312 (6) Fe
26		435.519	(2) Ganz breit und ver-	.495 (4), .546 (5) Ca
27		435.621	(1) [waschen.	.609 (4) Ni, .637 (4) Cr
28		435.867	(2) Band.	.854 (4) Hg
29		436.129		.121 (5) Fe
30		436.335	(2) Band.	.321 (3) Fe
31		436.435	(2)	.456 (6) Cr
32		436.634	(1) Breit.	.634 (5) Fe
33	58	436.805	(5) Breit.	.805 (7) Fe
34		437.021	(2)	.022 (6) Fe
35	59	437.160	(4)	.145 (6) Cr, .175 (6)
36		437.368	(5) Band.	.375 (4) Cr
37	60	437.638		.638 (6) Fe
38		437.773	(1) Breit.	.769 (5) Fe
39		437.961	(4)	.968 (6)
40		438.101	(1) Verwaschen.	.085 (3) Cr, Ni, .118 (5) Cr
41		438.281	(6) Band.	.293 (3) Cr, Mn
42		438.594		.576 (6) Fe
43		439.043	(2) Verwaschen.	.032 (5)
44		439.225	(3) Verwaschen.	.208 (5) Cr, .247 (4) Cr
45		439.413	(3) Verwaschen.	.382 (4) Cr, .440 (5) Cr
46	63	439.546	(6) Verwaschen.	.533 (7) Fe, .558 (5) Cr
47		439.840	(1)	.830 (4)
48		440.075	(5) Anders als in ⊙.	.069 (6) Cr
49		440.177	(3)	.168 (6) Fe
50	65	440.499	(6) Ganz breit und verw.	.499 (8) Fe
51	66	440.864	(6) Verw., heller als in ⊙.	.864 (6) Fe
52		441.067	(2) Breit.	.067 (4) Cr, Mn, Ni
53		441.217	(5) Heller als in ⊙.	.203 (4) Mn, .235 (4) Cr
54	67	441.535	(6) Band, nach Violett	.510 (8) Fe, .559 (6) Fe
55		441.774	(2) verwaschen.	.779 (6) Ni
56		442.005	(2)	.033 (3)
57		442.162	(2)	.170 (3) Cr
58		442.283	(3) Breit.	.269 (6) Fe
59		442.417	(2) Breit.	.398 (5) Fe, .442 (5)
60	69	442.563	(4)	.563 (7) Ca

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L.	Bemerkungen	⊙
		μμ		
61		442.733	(4)	.746 (7) Fe
62	70	443.030	(5)	.030 (6) Fe
63		443.393	(1)?	.353 (6) Fe, .411 (5) Fe
64	71	443.533	(4) Ganz verwaschen.	.533 (8) Ca
65		443.841	(4) Breit, in ⊙ nicht.	.869 (4) Fe
66	72	444.270	(3) Ganz verwaschen.	.270 (6) Fe
67		444.450	(3)	.455 (4) Cr
68		444.593	(1)	.585 (4) Fe
69		444.715	(2) Band.	.721 (5) Fe
70		444.805	(4) Band.	.812 (6) Fe
71		444.927	(4) Band.	.951 (5) Mn
72	74	445.103	(4) Band.	.081 (6) Fe, .125 (5)
73	75	445.516	(4) Breit u. verwaschen.	.516 (6) Ca
74		445.974	(3)	.970 (3)
75	76	446.218	(5) Breit.	.198 (5) Fe, .237 (5) Mn, Cr
76		446.358	(2)	.375 (4) Ni, Cr
77		446.526	(3) Breit.	.508 (5) Cr, .556 (3) Cr
78	77	446.684	(2) Breit.	.684 (6) Fe
79		446.829	(2) Band.	.819 (3) Cr
80		446.983	(2) Band.	.964 (6) Fe
81		447.143	(2) Breit.	.151 (4)
82		447.309	(1)	.305 (6) Mn, Cr
83		447.580	(2) Ganz verwaschen.	.552 (3) Cr, .627 (6) Fe
84		448.007	(2) Band.	.981 (5) Fe, .030 (5) Fe
85	80	448.268	(3) Band.	.237 (7) Fe, .299 (5) Fe
86		448.442	(1) Breit.	.447 (5) Fe
87		449.011	(3) Ganz verwaschen.	.995 (5) Fe, .035 (5) Fe
88	81	449.477	(4) Breit.	.477 (6) Fe
89		449.659	(4)	.670 (1) Mn
90	82	450.199	(5) Ganz verwaschen.	.150 (6) Ti, .248 (4) Mn
91		450.722	(2) Verwaschen.	.701 (3) Cr, .751 (3) Fe
92		450.954	(2)? Folgen Linien.	.952 (3)
93		451.843	(5)	.829 (4) Cr, .867 (3) Fe
94		451.970	(2) Breit.	.956 (1), .991 (1) Cr
95	85	452.296	(5)	.296 (6) Fe
96		452.534	(2)	.542 (5) Fe
97	86	452.894	(3) Verwaschen.	.894 (7) Fe
98		453.160	(5)	.140 (5) Fe, .193 (4) Fe
99	87	453.627	(5) Verwaschen.	.627 (6)
100		454.143	(3) Verwaschen.	.132 (1) Cr
101		454.550	(3) Verwaschen.	.555 (4)
102		454.728	(2)	.728 (5) Fe
103	88	454.990	(3) Breit.	.990 (6) Fe

Erläuterungen.

Nr. 1—2. Das Band enthält noch die Linien: .482 (7) und .508 (1).

» 8—9. Das Band enthält noch die Linien: .517 (1), .543 (7) Ba, .577 (1), .622 (10) Fe, .676 (3) Sr, .720 (5) Fe. Anfang unbestimmt.

» 15—16. Das Band enthält noch die Linien: .735 (6) Fe, .784 (5) Sr, .821 (5) Fe.

» 21—22. Das Band enthält noch die Linien: .688 (4) Fe, .720 (3), .752 (4) Hg.

» 23—24. Das Band enthält noch die Linien: .096 (1), .116 (3), .137 (4), .166 (1) Fe, .190 (3).

Digitized by Google

Nr. 28—29. Das Band enthält noch die Linien: .891 (6) Fe, .911 (5), .926 (4), .953 (3), .974 (1) Ba, Cr, Mn, .001 (7) Cr, Zr, Mn, Ni, .078 (5).
» 30—31. Das Band enthält noch die Linien: .363 (5), .402 (4).
» 36—37. Das Band enthält noch die Linien: .401 (5) Fe, .430 (3) Cr, .464 (6), .492 (6) Fe, .534 (6) Cr, .569 (4), .603 (4).
» 41—42. Das Band enthält noch die Linien: .316 (6) Mn, .347 (4), .375 (5) Cr, .396 (8) Fe, .421 (6), .463 (4) Cr, Ni, .512 (6) Fe, .550 (6).
» 54—55. Das Band enthält noch die Linien: .559 (6) Fe, .615 (3), .648 (4), .687 (5) Cr, .734 (4) Cr.
» 64. Enthält wohl noch: .472 (4) Cr und .599 (6) Ca.
» 69—70. Das Band enthält noch: .751 (5) Mn.
» 71—72. Das Band enthält noch: .981 (1), .005 (1) Cr, .030 (3), .081 (6) Fe.
» 79—80. Das Band enthält noch: .879 (6).
» 84—85. Das Band enthält noch: .090 (3) Sr, .141 (5) Mg, .177 (4) Fe.
» 90. Dazwischen noch: .199 (3) Ni, Cr.

β Ursae minoris.

Aufnahme: Nr. 147, matt, aber sehr scharf.

Alle anderen Aufnahmen würden nur ganz in der Nähe der Hγ-Linie auszumessen sein. Das Spectrum ist Typus II*a* mit entschieden starker Annäherung an III*a*. Die Neigung zur Bildung schmaler Bänder ist sehr stark, und bei *G* bricht das Spectrum völlig ab. Ausser den gewöhnlichen Abweichungen vom Sonnenspectrum enthält das Spectrum noch mehrere, zum Theil sehr kräftige Linien, welche in der Sonne nur schwach sind.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr.	N. L.	W. L.	Bemerkungen	⊙
		μμ		
1		431.561	Beginn der G-Gruppe.	.556 (8) Fe
2		431.746	(2) Verwaschen.	.732 (4), .757 (3)
3	50	431.913	(4)	.913 (7) Sr
4		432.118	(5)	.123 (5) Fe
5		432.220	(1)	.220 (4) Fe
6		432.368	(3)	.374 (4)
7		432.518	Band (6)	.517 (1)
8		432.764		.751 (6) Fe
9	52	433.115	(3) Verwaschen.	.115 (4) Ni
10		433.205	(1)	.199 (5)
11		433.332	(3) Stärker als in ⊙.	.325 (4)
12		433.441	(4) Stärker als in ⊙.	.444 (2)
13	53	433.735	Band (4)	.735 (6) Fe
14		433.889		.894 (3)
15	54	434.071	(6)	.071 (9) Hγ
16		434.205	(2)	.201 (1)
17		434.227	(4)	.247 (1)
18	55	434.469	(3)	.458 (5), .479 (5) Fe
19		434.662	(2) Verwaschen.	.655 (3) Mn
20		434.796	(3) Verwaschen.	.787 (4), .818 (5) Fe

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L.	Bemerkungen	⊙
		μμ		
21		435.079	Band (6)	.080 (3)
22		435.233		.223 (7) Mg
23		435.319	(3)	.312 (6) Fe
24		435.470	(3) Fleck stört.	.462 (3)
25		435.894	(3)	.891 (6) Fe
26	57	436.001	(3)	.001 (7) Zr, Cr, Ni, Mn
27		436.131	(2) Verwaschen.	.121 (5) Fe
28		436.231	(2)?	.224 (1)
29		436.375	(3) Verwaschen.	.363 (5)
30		436.660	(2) Verwaschen.	.634 (5) Fe, .700 (6)
31	58	436.821	(5) Verwaschen.	.805 (7) Fe, .836 (5) Fe
32		437.019	(4)	.022 (6) Fe
33	59	437.160	(5)	.145 (6) Cr, .175 (6)
34		437.374	(3)	.375 (4) Cr
35	60	437.638	(4) Nach Viol. verwasch.	.638 (6) Fe
36		437.956	(3)	.968 (6)
37		438.115	(2) Ganz breit und ver-	.118 (5) Cr
38		438.271	[waschen.	.293 (3) Cr, Mn
39		438.582	Band (6).	.576 (6) Fe
40		438.702	Band (2).	.724 (5) Cr
41	62	438.829	Folgen Linien.	.829 (5) Fe
42		439.220	(2) Verwaschen.	.208 (5) Cr, .247 (4) Cr
43		439.404	(3)	.382 (4) Cr, .440 (5) Cr
44	63	439.546	(6)	.533 (7) Fe, .558 (5) Cr
45		439.846	(1) Breit.	.830 (4)
46	64	440.000	(1)	.000 (6) Cr, Ni
47		440.057	Band (4)	.040 (3), .069 (6) Cr
48		440.179		.168 (6) Fe
49		440.352	(4)	.339 (5), .370 (4) Cr
50	65	440.499	(6) Ganz verwaschen.	.499 (8) Fe
51	66	440.864	(3) Ganz verwaschen.	.864 (6) Fe
52		441.079	(2)	.067 (4) Cr, Mn, Ni
53		441.227	(5)!!! Fehlt in ⊙.	.235 (4) Cr
54	67	441.535	(6) Verwaschen.	.510 (8) Fe, .559 (6) Fe
55		441.683	(2)	.687 (5) Cr
56		442.067	(1) Verwaschen.	.075 (1)
57		442.176	(2)	.170 (3) Cr
58		442.292	(5) Viel stärker als in ⊙.	.269 (6) Fe, .332 (5) Fe
59		442.430	(3)	.442 (5)
60	69	442.592	(5)	.563 (7) Ca, .621 (4)
61		442.753	(5)	.746 (7) Fe
62	70	443.060	(6)	.030 (6) Fe, .089 (6) Fe
63		443.409	(3) Verwaschen.	.411 (5) Fe
64	71	443.566	(5)	.533 (8) Ca, .599 (6) Ca
65		443.835	(5)!!! Nicht in ⊙.	.803 (4) Sr, Cr, Ni, .869 (4) Fe, Cr
66		444.156	Band (4).	.132 (4) Fe
67		444.493		.494 (4) Mn, Cr
68		444.603	(1)	.585 (4) Fe
69	73	444.812	(4) Sehr breit.	.812 (6) Fe
70		444.957	Band (3). Anders als	.951 (5) Mn
71		445.114	in ⊙.	.125 (5)
72		445.345	(3)	.335 (5) Mn
73	75	445.516	(5)	.516 (6) Ca

Digitized by Google

Erläuterungen.

Nr. 7—8. Das Band enthält noch: .543 (7) Ba, .877 (1), .622 (10) Fe, .676 (3) Sr, .720 (5) Fe.
» 13—14. Das Band enthält noch: .784 (5) Sr, .821 (5) Fe, .855 (4).
» 21—22. Das Band enthält noch: .096 (1), .116 (3), .137 (3), .166 (1) Fe, .190 (3).
» 38—39. Das Band enthält noch: .316 (6) Mn, .347 (4), .375 (5) Cr, .396 (8) Fe, .421 (6), .463 (4) Ni, Cr, .512 (6) Fe, .550 (6) Fe.
» 40—41. Das Band enthält noch: .724 (5) Cr, .743 (5) Cr, .786 (5).
» 47—48. Das Band enthält noch: .120 (4) Ni.
» 66—67. Das Band enthält noch: .207 (5) Cr, .270 (6) Fe, .320 (4), .357 (5) Fe, .418 (6), .455 (4) Cr.
» 70—71. Das Band enthält noch: .981 (1), .005 (1) Cr, .030 (3), .081 (6) Fe.

α Ursae majoris.

Aufnahmen: Nr. 128, sehr gutes, scharfes Spectrum.
Nr. 137, gut, aber nicht ganz so scharf. (Gemessen von E. B. Frost.)

Das Spectrum ist Typus II*a* mit sehr merklichem Uebergange nach III*a* hin. Das Zusammenfliessen der Linien zu verwaschenen Bändern ist sehr ausgesprochen, auch ist das allgemeine Aussehen von dem des Sonnenspectrums verschieden. Der plötzliche Lichtabfall beim Beginn der *G*-Gruppe ist sehr auffallend.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr.	N. L.	W. L. 128	W. L. 137	Bemerkungen 128	Bemerkungen 137	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
1	30	421. —	.610	—	(1)	421.610	.574 (9) Sr, .645 (6) Fe
2		421. —	.767	—	(1)	421.767	.744 (6), .780 (6) Fe
3		422. —	.778	—	(4) Breit.	422.778	.767 (7) Fe
4	33	423. —	.009	—	(3)	423.009	.009 (6)
5		423. —	.193	—	(2)?	423.193	.191 (5)
6		423. —	.356	—	(2)	423.356	.345 (6), .387 (7) Fe
7	34	423. —	.621	—	(2)	423.621	.621 (9) Fe
8		424. —	.380	—	(3)	424.380	.367 (7) Fe
9	37	425. —	.113	—	(3)	425.113	.113 (9) Fe
10		425. —	.247	—	2	425.247	.264 (3)
11	38	425.468	.468	(6)	4	425.468	.468 (9) Cr, Ni
12		425. —	.686	—	(2)	425.686	.655 (5), .719 (4)
13		425. —	.877	—	(2)	425.877	.860 (5) Fe, .900 (5) Fe
14	39	426.084	.084	(5) Nach Viol. ver-	2	426.084	.084 (9) Fe
15		426.206	.216	(2) [waschen.	(2)	426.211	.198 (5), .233 (5)
16		426.370	—	(3)	—	426.370	.353 (5), .398 (4)
17		426.485	—	(3)	—	426.485	.463 (5) Fe, .513 (5)
18		426.618	—	(2)	—	426.618	.632 (5)
19		426.717	.717	(3)	(2) Scharf.	426.717	.735 (5) Fe
20	40	426.832	—	2	—	426.832	.814 (6) Fe, .851 (4)
21		427. —	.049	—	(1)	427.049	.019 (5), .059 (4)
22	41	427.217	.199	(6) Sehr breit.	(5) Breit.	427.217	.217 (9) Fe
23		427.429	.433	(2)	(1)	427.431	.425 (6) Fe
24	42	427.521	.521	(4) Band.	(4) Breit.	427.521	.521 (7)
25		427.641	—	(3) Band.	—	427.641	.649 (3)
26		427.721	—	(2) Band.	—	427.721	.710 (4) Fe
27		427.814	.801	(2) Band.	(1)	427.808	.802 (5) Fe

Digitized by Google

Nr.	N.L.	W. L. 128	W.L. 137	Bemerkungen 128	Bemerkungen 137	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
28		428.025	—		—	428.025	.020 (5) Fe
29		428. —	.107	Band.	(3) Sehr breit.	428.107	.087 (5) Fe, .142 (5) Mn
30		428.206	—		—	428.206	.188 (1)
31		428.276	.274	Band.	5	428.275	.287 (5) Fe
32		428.360	.343		5	428.352	.347 (5)
33		428.496	—	3 Breit.	—	428.496	.467 (5) Ni, .524 (5)
34		428. —	.612	—	(2)	428.612	.592 (6) Fe, .631 (6)
35		428.655	.648	3	1	428.652	.652 (6)
36		428.853	.863	3	2	428.858	.842 (5) Ni, .863 (5) Fe
37	44	429.024	.996	6 Sehr breit.	(5)	429.024	.987 (5) Cr, .024 (6) Mn
38		429. —	.080	—	(1) Sehr scharf.	429.080	.077 (5) Fe
39		429.175	—	(4)	—	429.175	.165 (5), .202 (5) Fe
40		429.266	.258	(4)	3	429.262	.261 (6) Fe
41		429. —	.345	—	(1) Sehr scharf.	429.345	.360 (6)
42		429.461	.464	5	3	429.463	.464 (6) Fe
43		429. —	.524	—	(1)	429.524	.528 (3)
44		429. —	.603	—	(1)	429.603	.566 (5), .633 (4) Ni
45	46	429.951	.939	Band.	1	429.951	.926 (6) Ca, .951 (6)
46		430.167	—		—	430.167	.162 (5)
47		430.279	.295	Band.	3	430.287	.275 (5) Ca, Fe, .314 (6)
48		430.367	—		—	430.367	.364 (4)
49		430.551	—	Sehr breit. Band, nichts in demselben zu erkennen.	—	430.551	.571 (6) Fe, Sr
50		430. —	.691		(2)	430.691	.671 (3), .727 (6)
51		430. —	.863		(2)	430.863	.840 (8) Fe, Sr, .836 (6) Bi,
52	49	431.338	.310		(3)	431.338	.310 (4), .338 (6) [Mn
53		431.472	.436	(2)	1 Sehr breit.	431.454	.462 (7) Mn
54		431.557	.546	(3)	(3)	431.552	.556 (8) Fe
55		431.747	.780	(3) Breit, ver-	(1)	431.764	.757 (3), .783 (3)
56	50	431.913	.913	(3) [waschen.	3	431.913	.913 (7) Sr
57		432.124	.120	4 Breit.	3	432.122	.123 (5) Fe
58		432.238	.222	(1)	1	432.230	.240 (4) Fe
59		432.366	.354	(3) Nach Roth ver-	(2)	432.360	.347 (4) Mn, .374 (4)
60		432. —	.430	— [waschen.	1	432.430	.432 (5)
61		432.538	—		—	432.538	.543 (7) Ba
62		432. —	.602	6) Band.	5) Sehr breit.	432.602	.622 (10) Fe
63		432.672	—		—	432.672	.676 (3) Sr
64		432. —	.748	—	(1) Sehr scharf.	432.748	.751 (6) Fe
65		432.834	.827	(1)	(2)	432.831	.834 (7) Fe
66		432. —	.921	—	(1)?	432.921	.902 (3) Mn?
67	52	433.053	—	(2)	—	433.053	.038 (4), .068 (4)
68		433. —	.092	— Band.	4 Breit.	433.092	.068 (4), .115 (4) Ni
69		433.132	—	(2)	—	433.132	.133 (4), .144 (4) Fe
70		433.222	.203	(2)	4	433.213	.199 (5)
71		433.325	.317	(3)	(2)	433.321	.325 (4)
72		433.432	.414	(2)	(2) Breit.	433.423	.415 (4)
73		433.537	.505	(1)	(1) Scharf.	433.521	.529 (1)
74	53	433.735	.760	(5) Nach Roth ver-	(3) Breit.	433.735	.735 (6) Fe, .784 (5) Sr
75		433. —	.901	— [waschen.	(1)	433.901	.894 (3), .908 (3)
76		433.987	.965	(4)	(2)	433.976	.979 (5) Ni, .999 (5)
77	54	434.071	.071	6	(6)	434.071	.071 (9) Hγ
78		434.149	.146	(3)	(3)	434.148	.158 (5) Ni
79		434. —	.251	—	(2)	434.251	.247 (1)
80		434.381	.366	(3)	(1)	434.374	.349 (5) Fe, .396 (4) Fe

Digitized by Google

Nr.	N.L.	W. L. 128	W. L. 137	Bemerkungen 128	Bemerkungen 137	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
81	55	434.469	.469	(3)	(2)	434.469	.458 (5), .479 (5) Fe
82		434.642	—	Mattes Band.	—	434.642	.655 (3) Mn
83		434.856	.820		1	434.838	.818 (5) Fe, .865 (4)
84		435.110	—		—	435.110	.116 (3)
85		435. —	.180	— Band.	4 Breit.	435.180	.190 (3)
86	56	435.223	—	(5)	—	435.223	.223 (7) Mg
87		435.316	.301	(4)	2	435.309	.312 (6) Fe
88		435.487	—	(1) Breit.	—	435.487	.495 (4)
89		435.628	.624	1) Breit.	1	435.626	.609 (4) Ni, .637 (4) Cr
90		435.894	.917	2) Breit.	1	435.906	.891 (6) Fe, .911 (5)
91	57	436.001	.001	3)	3	436.001	.001 (7) Cr, Zr, Mn, Ni
92		436.349	.334	2 Sehr breit.	1	436.342	.321 (3) Fe, .363 (5)
93		436.670	—	3)	—	436.670	.634 (5) Fe, .700 (6)
94	58	436.805	.821	5) Breit.	5	436.821	.805 (7) Fe, .836 (5) Fe
95		437.015	.002	4) Breit.	2)	437.009	.022 (6) Fe
96	59	437.160	.160	4) Breit.	(4)	437.160	.145 (6) Cr, .175 (6)
97		437.348	.334		2	437.341	.323 (5) Fe
98		437. —	.534	— Band, schwach beginnend.	2) Breites Band.	437.534	.534 (6) Cr
99	60	437.638	.638	(4	2)	437.638	.638 (6) Fe
100		437.777	—	(1) Breit.	—	437.777	.769 (5) Fe
101		437. —	.818	—	1 ?	437.818	.821 (4)
102		437.973	.959	3)	2	437.966	.968 (6)
103		438.137	.108	3) Nach Viol. ver-	1) Breit.	438.123	.118 (5) Cr
104		438.301	—	[waschen.	—	438.301	.316 (6) Mn
105		438. —	.369	(6)! Band.	(5) Breit.	438.369	.347 (4), .375 (5) Cr
106		438.572	.544		(5)	438.558	.550 (6), .576 (6) Fe
107		438.736	—	2) Breit.	—	438.736	.724 (5) Cr, .743 (5) Cr
108		439.044	—	(1)	—	439.044	.032 (5)
109		439.134	—	(1)	—	439.134	.134 (6) Fe, Ti
110		439.223	.243	(3)	2)	439.233	.208 (5) Cr, .247 (4) Cr
111		439.424	—	(2) Breit.	—	439.424	.440 (5) Cr
112	63	439.546	.546	4) Breit.	2)	439.546	.533 (7) Fe, .558 (5) Cr
113		439. —	.811	—	(1)?	439.811	.808 (1)
114		439. —	.839	—	(2)	439.839	.830 (4)
115		440. —	.107	—	4) Breit.	440.107	.120 (4) Ni
116		440.185	—	4) Nach Viol. weit	—	440.185	.186 (6) Fe
117		440.359	.341	(3) [verwaschen.	1)	440.350	.339 (5), .370 (4) Cr
118	65	440.499	.477	(6)! Breit.	4)	440.499	.454 (5), .499 (8) Fe
119		440.865	.888	(3) Sehr verwasch.	(1	440.877	.864 (6) Fe
120		441.091	.107	(2) Breit, verwsch.	1)	441.099	.067 (4) Cr, Mn, Ni, .121 (5)
121		441.236	.230	(3) Breit.	4)	441.233	.235 (4) Cr [Cr
122	67	441.535	.535	5) Breit.	(6)	441.535	.510 (8) Fe, .559 (6) Fe
123		441. —	.701	—	(1)?	441.701	.687 (5) Cr, .734 (4) Cr
124		442.076	.060	(1)	2)	442.068	.075 (1)
125		442.182	—	1)	—	442.182	.170 (3) Cr, .208 (4)
126		442.304	.312	3) Breit.	(1)	442.308	.269 (6) Fe, .332 (5) Fe
127		442.446	—	(3)	—	442.446	.442 (5)
128	69	442.592	.563	(4)	3)	442.563	.563 (7) Ca, .621 (4)
129		442.749	.725	4)	(4)	442.737	.746 (7) Fe
130	70	443.060	.030	3) Breit.	2)	443.030	.030 (6) Fe, .089 (6) Fe
131		443. —	.148	—	(1)	443.148	.167 (4)
132		443.363	—	(1) Breit.	—	443.363	.353 (6) Fe
133	71	443.533	—	3) Breit.	—	443.533	.533 (8) Ca

Digitized by Google

Nr.	N.L.	W. L. 128	W.L. 137	Bemerkungen 128	Bemerkungen 137	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
134		443.825	—	3	—	443.825	.803 (4) Sr, Cr, Ni
135		444.103	—		—	444.103	.076 (4) Fe, .132 (4) Fe
136		444. —	.171	— } Band, schwach beginnend.	(1) In einem Band.	444.171	.132 (4) Fe, .207 (5) Cr
137		444.316	.317	(3) }	(2)	444.317	.320 (4)
138		444.454	.427	(3) Breit.	(2)	444.441	.418 (6), .455 (4) Cr
139		444.576	.578	(2)	(2)	444.577	.585 (4) Fe
140		444.727	—	(2)	—	444.727	.721 (5) Fe
141		444. —	.786	—	(2) Ende eines	444.786	.751 (5) Mn, .812 (6) Fe
142	73	444.812	—	(3)	— [Bandes.	444.812	.812 (6) Fe
143		444.978	—	(2)?	—	444.978	.981 (1)
144	74	445.081	.081	(3)	(2)	445.081	.081 (6) Fe
145		445.330	—	(1) Breit.	—	445.330	.335 (5) Mn
146	75	445.496	.516	(5)	(2)	445.516	.476 (5) Fe, .516 (6) Ca
147		445.771	—	(1)	—	445.771	.787 (6) Mn
148		445.954	.951	(2)	3	445.953	.945 (6) Fe
149	76	446.198	.198	(5) Breit.	(3)	446.198	.198 (5) Fe
150		446. —	.372	—	(2)	446.372	.375 (4) Ni, Cr
151		446.476	—	(3) Breit.	—	446.476	.477 (5) Mn, Cr
152		446. —	.525	—	(3)	446.525	.508 (5) Cr, .556 (3) Cr
153	77	446.684	—	(3)	—	446.684	.684 (6) Fe
154		446.955	—	(3) Breit.	—	446.955	.964 (6) Fe
155		446. —	.997	—	(2	446.997	.998 (1) Ni, Cr
156		447.151	,187	(2) Breit.	2 ?	447.169	.151 (4), .193 (3)
157	78	447.305	.305	(3)	(2)	447.305	.305 (6) Mn, Cr
158		447.495	—	(2)?	—	447.495	.496 (3)
159	79	447.627	.627	(2)	(2)	447.627	.627 (6) Fe
160		448.012	—	(3) Sehr breit.	—	448.012	.981 (5) Fe, .030 (5) Fe
161	80	448.268	.268	(4)	3)	448.268	.237 (7) Fe, .299 (5) Fe
162		448.428	—	(2) Breit.	—	448.428	.396 (3), .447 (5) Fe
163		448.589	—	(2) Breit.	—	448.589	.592 (5) Fe
164		448.976	—	(4) Breites Band.	—	448.976	.937 (5) Fe, .995 (5) Fe
165	81	449.477	.477	(4) Breit.	(1)	449.477	.477 (6) Fe
166		449.931	—	(2) Breit.	—	449.931	.935 (4) Fe
167	82	450.150	.150	(3) Sehr verwasch.	(1)	450.150	.150 (6) Ti
168		450. —	.675	—	(2)	450.675	.654 (1), .701 (3)
169		451.461	—	(2)	—	451.461	.460 (5) Fe
170		451.851	.848	(2) Breit.	(1)	451.850	.829 (4) Cr, .867 (3) Fe
171		452.030	—	(3) Breit.	—	452.030	.050 (5) Fe
172	85	452.296	.296	(5)	(4)	452.296	.296 (6) Fe
173		452.534	.533	(3)	(3)	452.534	.542 (5) Fe
174		452.688	—	(2)?	—	452.688	.675 (6) Fe
175	86	452.894	—	(3)	—	452.894	.894 (7) Fe
176		453.153	.135	(5) Breit.	(4)	453.144	.140 (5) Fe
177		453.349	—	(3)	—	453.349	.347 (5) Fe
178	87	453.627	.609	(5) Breit.	(3)	453.627	.590 (6) Cr, .627 (6)
179		454.114	—	(3)	—	454.144	.132 (1)
180		454. —	.244	—	(2)?	454.244	.231 (1)
181		454. —	.439	—	(1)	454.439	.424 (4)
182		454.553	—	(3) Breit.	—	454.553	.555 (4)
183		454.767	—	(2) Breit.	—	454.767	.728 (5) Fe, .816 (5) Fe
184		454. —	.901	—	(2)	454.901	.908 (4) Cr
185	88	454.990	—	(5) Breit.	—	454.990	.990 (6) Fe

Digitized by Google

Erläuterungen.

Nr. 14. Nach Violett folgt: .044 (6).
» 22. Auf Platte 137 nicht als Normallinie gemessen.
» 24—25. Das Band enthält noch: .591 (6) Fe.
» 26—27. Das Band enthält noch: .744 (4), .770 (4) Mn.
» 28—30. Das Band enthält noch: .047 (5), .188 (1). Ende unbestimmt.
» 31—32. Das Band enthält noch: .322 (3) Ca, Ba.
» 37. Auf Platte 137 nicht als Normallinie gemessen.
» 45. Auf Platte 137 ist die Mitte der beiden Linien gemessen.
» 45—46. Das Band enthält noch: .977 (6) Fe, .014 (1) Mn, .060 (5) Mn, .082 (3), .111 (4), .134 (3).
» 47—48. Das Band enthält noch: .341 (3).
» 49—52. Das breite Band enthält an stärkeren Linien noch ausserdem: .591 (6) Mn, .643 (5), .816 (8) Ca, .955 (6), .990 (5), .020 (5) Fe, .066 (5), .200 (6), .264 (6) Mn.
» 55. Wahrscheinlich sind noch folgende Linien enthalten: .732 (4), .822 (3), .857 (3). Die Messungen beziehen sich auf beiden Platten höchst wahrscheinlich auf verschiedene Linien.
» 59. Nach Roth schliessen sich mehrere Linien an: .402 (3), .432 (5); letztere ist auf Platte 137 besonders gemessen: Nr. 60.
» 74. Auf Platte 137 ist die Mitte der beiden Linien gemessen.
» 82—83. Das Band enthält noch: .688 (4) Fe, .720 (3), .752 (4) Hg, .787 (4).
» 84—86. Das Band enthält noch: .137 (4), .166 (1) Fe.
» 97—99. Das Band enthält noch: .375 (4) Cr, .401 (5) Fe, .430 (3) Cr, .464 (6), .492 (6) Fe, .569 (4), .603 (4).
» 103. Nach Violett folgen: .085 (3) Cr, Ni, .049 (4), .020 (3).
» 104—106. Das Band enthält noch: .396 (8) Fe, .421 (6), .463 (4) Cr, Ni, .512 (6) Fe.
» 118. Auf Platte 137 ist die Mitte der beiden Linien gemessen.
» 128. Auf Platte 128 ist die Mitte der beiden Linien gemessen.
» 130. Auf Platte 128 ist die Mitte der beiden Linien gemessen.
» 135—137. Das Band enthält noch: .270 (6) Fe.
» 138. Die Messungen beziehen sich wahrscheinlich auf die verschiedenen Linien in beiden Platten.
» 146. Auf Platte 128 ist die Mitte der beiden Linien gemessen.
» 178. Auf Platte 137 ist die Mitte der beiden Linien gemessen.

α Persei.

Aufnahmen: Nr. 53, sehr scharf und schön.
Nr. 63, sehr scharf und gut.

Das Spectrum ist Typus II*a* mit nur geringen Anzeichen des Ueberganges nach III*a* und steht in dieser Beziehung vielleicht noch vor dem der Sonne. Dagegen zeigt das Spectrum eine auffallende Anzahl von sehr starken Abweichungen gegen den allgemeinen Typus. Manche Linien des Sonnenspectrums sind stärker, manche schwächer; mehrfach fehlen stärkere Linien und sogar ganze Bänder des Sonnenspectrums, dafür sind deutliche Linien an Stellen, wo im Sonnenspectrum mit Sicherheit keine Linien zu erkennen sind. Es wird weiter unten eine ausführliche Untersuchung über dieses Spectrum folgen.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr.	N. L.	W. L. 63	W. L. 53	Bemerkungen 63	Bemerkungen 53	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
1	35	424.265	—	(4)	—	424.265	.265 (5) Ba
2		424.735	—	3 Ganz breit.	—	424.735	.714 (7), .772 (8) Fe

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L. 63	W. L. 53	Bemerkungen 63	Bemerkungen 53	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
3		424.876	—	(2) Verwaschen.	—	424.876	.860 (6) Fe
4	37	425.045	—	(3)	—	425.045	.045 (8) Fe
5		425.125	—	(4)	—	425.125	.113 (9) Fe
6		425.301	—	(2) Verwaschen.	—	425.301	.305 (4)
7	38	425.468	—	(4)	—	425.468	.468 (9) Cr, Ni
8		425.855	—	(3)	—	425.855	.860 (5) Fe
9	39	426.084	—	(4) Breit.	—	426.084	.084 (9) Fe
10		426.237	—	(3) Hier fehlen ⊙-	—	426.237	.233 (5)
11		426.955	—	(2) Verwasch. [Lin.	—	426.955	.912 (5) Fe, .019 (5)
12		427.109	—	(6) Ganz breit.	—	427.109	.059 (4), .154 (8) Fe
13		427.371	—	(3) Breit.	—	427.371	.378 (6)
14		427.511	—	(4)	—	427.511	.521 (7)
15		427.865	—	(1)	—	427.865	.866 (5) Fe
16		428.300	—	(3) Verwaschen.	—	428.300	.287 (5) Fe
17		428.472	—	(2)	—	428.472	.467 (5) Ni
18		428.824	—	(3)	—	428.824	.792 (3), .842 (5) Ni
19	44	429.024	–	(6)! Ganz breit,	—	429.024	.024 (6) Mn
20	45	429.464	—	4 [viel stärker	—	429.464	.464 (6) Fe
21		429.551	—	2 [als in ⊙.	—	429.551	.566 (5)
22		429.720	—	(3) Verwaschen.	—	429.720	.718 (5) Ni
23	46	429.977	.951	(3)	Band (4).	429.964	.951 (6), .977 (6) Fe
24		430.066	.097	(3)		430.082	.082 (3)
25	47	430.275	.241	(3) Verwasch. Lin.	Band (5).	430.258	.237 (4), .275 (5) Ca, Fe
26		430.384	.398	(3) Hier fehlen ⊙-		430.391	.401 (3)
27		430.622	.629	(5) Stärk. als in ⊙.	(4) Breit. [als in ⊙.	430.626	.591 (6) Mn, .643 (5)
28	48	430.840	.840	(5) Schwäch. als in	(4) Viel schwächer	430.840	.840 (8) Fe
29		431.001	.012	(4) Hier fehlt [⊙.	(4) Hier fehlt ein	431.007	.990 (5), .020 (5) Fe
				[ein ⊙-Band.	[⊙-Band.		
30	49	431.338	.345	(5)	(5) Breit, stärker	431.338	.338 (6)
31		431.461	.460	(4)	(5) [als in ⊙.	431.461	.462 (7) Mn
32		431.554	.580	(5)	(5)	431.567	.556 (8) Fe
33		431.729	.738	2 Verwasch., in ⊙	(3) Fehlt in ⊙.	431.734	.732 (4)
34	50	431.913	.913	(3) [nicht.	(3)	431.913	.913 (7) Sr
35		432.131	.144	(6)! Viel stärk. als in	(5) Viel stärk. als in	432.138	.140 (4)
				[⊙. Hier fehlt	[⊙. Hier fehlt		
36		432.537	.541	(3) [ein ⊙-Band.	(4) [ein ⊙-Band.	432.539	.543 (7) Ba
37	51	432.622	.622	(4) Schwächer als	(4) Schwächer als	432.622	.622 (10) Fe
38		432.724	—	(1) [in ⊙.	— [in ⊙.	432.724	.720 (5) Fe
39		433.087	.115	(5) Breit, stärker	(3) Verwaschen.	433.101	.115 (4) Ni
40		433.—	.414	— [als in ⊙.	(2) Verwaschen.	433.414	.415 (4)
41	53	433.735	.735	(2) Band, anders	Band (4).	433.735	.735 (6) Fe
42		433.826	.842	(5) als in ⊙.		433.834	.821 (5) Fe, .855 (4)
43	54	434.071	.071	(6)	(6)	434.071	.071 (9) Hγ
44		434.346	—	(1)	—	434.346	.349 (5) Fe, Cr
45	55	434.469	.469	(4) Stärk. als in ⊙.	(4)	434.469	.458 (5), .479 (6) Fe
46		434.695	—	(1)	—	434.695	.688 (4) Fe
47		434.—	.824	—	(1)	434.824	.818 (5) Fe
48		434.926	—	(1)	—	434.926	.930 (5) Fe
49		435.—	.124	—	(1)	435.124	.116 (3), .137 (4)
50	56	435.223	.223	(5)	(4)	435.223	.223 (7) Mg
51		435.325	—	(2)	—	435.325	.312 (6) Fe
52		435.508	.499	(2) Breit.	(3) Verwaschen.	435.504	.495 (4)
53		435.902	.903	(2)	(1) Breit.	435.903	.891 (6) Fe, .911 (5)
54	57	436.001	.001	(1)	(2)	436.001	.001 (7) Cr, Zr, Ni, Mn

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L. 63	W. L. 53	Bemerkungen 63	Bemerkungen 53	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
55	58	436.821	.821	(4)	5 Breit.	436.821	.805 (7) Fe, .836 (5) Fe
56		437.021	.000	(3)	(4) Breit.	437.011	.022 (6) Fe
57	59	437.160	.160	(3)	3	437.160	.145 (6) Cr, .175 (6)
58		437.515	.518	(6,!!! In ⊙ kaum.	(6 !!! In ⊙ schwch.	437.517	.492 (6) Fe, .534 (6) Cr
59	60	437.638	.638	(2)	(3)	437.638	.638 (6) Fe
60		438. —	.007	—	(1)	438.007	.020 (3)
61		438.410	.389	(3) Viel schwächer	Band (3). Schwächer als in ⊙.	438.400	.396 (8) Fe
62		438.483	—	(2) [als in ⊙.		438.483	.463 (4) Cr, Ni, .512 (6) Fe
63		438.582	.582	(3)		438.582	.576 (6) Fe
64		438.722	.716	(3) In ⊙ schwäch.	(4)! In ⊙ nicht.	438.719	.724 (5) Cr
65	62	438.880	.880	1)	2 Verwaschen.	438.880	.880 (6) Fe
66		438. —	.995	—	(1) [⊙ nicht.	438.995	.001 (4) Mn, Ni
67		439.143	.133	(3) Verwasch.,stär-	(4)! Verwaschen,in	439.138	.134 (6) Fe, Ti
68		439. —	.439	— [ker als in ⊙.	(4) In ⊙ schwäch.	439.439	.440 (5) Cr
69	63	439.546	.546	(3)	Band (4).	439.546	.533 (7) Fe, .558 (5) Cr
70		439. —	.633	—	[⊙ nicht.	439.633	.616 (5), .661 (4)
71		439.838	.840	(2) Verwaschen.	(4) Verwaschen, in	439.839	.830 (4)
72	64	440.000	.000	Band (3). Anders	Band (4), stärker	440.000	.000 (6) Cr, Ni
73		440.086	.091	als in ⊙.	als in ⊙.	440.089	.069 (6) Cr, .120 (4) Ni
74		440.181	.172	(2)	(3)	440.177	.168 (6) Fe
75		440.330	.325	(1)	(1)?	440.328	.339 (5)
76	65	440.499	.499	(5) Schwächer als	(6)	440.499	.499 (8) Fe
77		440.790	.798	3 [in ⊙.	(3)	440.794	.785 (6) Fe
78		440.950	.943	(3) Anders als in	(3) In ⊙ anders.	440.947	.932 (4), .965 (4) Cr
79		441.104	.105	1) [⊙.	(3) In ⊙ nicht.	441.105	.121 (5) Cr
80		441.205	—	(1)	—	441.205	.203 (4) Mn
81		441.362	.362	(2) Verwaschen.	(2) In ⊙ nicht.	441.362	.366 (4)
82	67	441.535	.535	(6)	(6) Breit.	441.535	.510 (8) Fe, .559 (6) Fe
83		441.686	.699	(3) In ⊙ nicht.	(3) Scharf. In ⊙?	441.693	.687 (5) Cr
84		441.798	.802	3 Breit.	2) Verwaschen.	441.800	.779 (6) Ni, .843 (5)
85		442.036	—	1)	—	442.036	.033 (3)
86	68	442.239	.239	2) Breit.	2) Verwaschen.	442.239	.208 (4), .269 (6) Fe
87		442.454	.428	(1)	(1)	442.441	.442 (5)
88	69	442.563	.563	(2) Breit.	(2)	442.563	.563 (7) Ca
89		442.757	.748	3)	(3)	442.753	.746 (7) Fe
90	70	443.030	.060	(2) Ganz breit.	2 Ganz verwsch.,	443.030	.030 (6) Fe, .089 (6) Fe
91		443.199	—	(1)	— [in ⊙ stärker.	443.199	.207 (4) Ba
92	71	443.533	.533	(3) Verwaschen.	3 Verwaschen.	443.533	.533 (8) Ca
93		444.168	.171	Band (4).	2 Band.	444.170	.132 (4) Fe, .207 (5) Cr
94		444.464	.456		3	444.460	.455 (4) Cr
95	72	444.751	.751	2)	(3)	444.751	.751 (5) Mn
96		444. —	.923	—	(1)	444.923	.951 (5) Mn
97	74	445.081	.060	(4) Stärker als in	(5) Scharf. In ⊙	445.081	.081 (6) Fe
98		445. —	.167	— [⊙.	(2) [schwach.	445.167	.125 (5), .196 (5) Mn
99		445.203	—	(1)	—	445.203	.196 (5) Mn
100		445.330	.299	(1)	2	445.315	.296 (4), .335 (5) Mn
101	75	445.496	.496	(4) Verwaschen.	4	445.496	.476 (5) Fe, .516 (6) Ca
102		445. —	.721	—	(1)	445.721	.699 (5) Ca, .741 (4) Mn
103		445.934	.935	(3) [in ⊙.	(3)	445.935	.945 (6) Fe
104	76	446.174	.174	(4) Viel stärker als	(5)! Stärk. als in ⊙.	446.174	.149 (5) Mn, Cr, .198 (5) Fe
105		446.475	.467	4) Stärk. als in ⊙.	(5) Stärk. als in ⊙.	446.471	.477 (5) Mn, Cr
106	77	446.684	.684	(2) Schwch. als i. ⊙.	(3)	446.684	.684 (6) Fe
107		446.864	.866	(4) Viel stärker als [in ⊙.	(4) Stärk. als in ⊙.	446.865	.879 (6)

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L. 63	W. L. 53	Bemerkungen 63	Bemerkungen 53	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
108		446.961	.950	(3)	4)	446.956	.964 (6) Fe
109		447.110	.112	(2) In ⊙ nicht.	3) In ⊙ nicht.	447.111	.114 (4)
110		447.320	.305	(4) Stärk. als in ⊙.	(3)	447.313	.305 (6) Mn, Cr
111	79	447.627	.627	(4)	3)	447.627	.627 (6) Fe
112		448.153	.157	(5)! In ⊙ kaum.	6)! In ⊙ schwach	448.155	.141 (5) Mg
113	80	448.268	.268	(2)	(3) [oder nicht.	448.268	.237 (7) Fe, .299 (5) Fe
114		448.467	.447	2)	(3)	448.457	.447 (5) Fe
115		448.607	—	(2)	—	448.607	.592 (5) Fe
116		448. —	.711	—	(1)	448.711	.718 (3)
117		448. —	.857	—	(3) In ⊙ schwäch.	448.857	.847 (5) Fe
118		448.977	.944	3 Verwaschen.	(3)	448.961	.937 (5) Fe, .995 (5) Fe
119		449.195	.173	4 In ⊙ nicht.	(3) In ⊙ schwach.	449.184	.163 (5) Mn
120		449.399	—	(2)	—	449.399	.373 (4) Ba, .425 (4) Cr
121	81	449.477	.477	(3)	(3)	449.477	.477 (6) Fe
122		449.726	.711	(3) In ⊙ schwach.	(2)	449.719	.713 (5) Fe
123		449. —	.908	—	(1)	449.908	.908 (5) Mn, Cr
124	82	450.150	.146	(5)! In ⊙ schwä-	6)! In ⊙ viel	450.150	.150 (6) Ti
125		450. —	.493	— [cher.	(1) [schwächer.	450.493	.507 (5) Fe
126		450.530	—	(1)?	—	450.530	.507 (5) Fe, .559 (1) Cr
127	83	450.853	.853	(4) Verwasch. Stär-	6) In ⊙ ganz	450.853	.853 (5) Fe
128		451.225	—	(1) [ker als in ⊙.	— [schwach.	451.225	.218 (4) Cr
129	84	451.563	.563	4 Breit.	(3) In ⊙ schwäch.	451.563	.563 (5) Fe
130		451.842	.844	3)	(3) Verwaschen.	451.843	.829 (4) Cr, .867 (3) Fe
131		452.062	.056	(4)	(4) In ⊙ schwäch.	452.059	.050 (5) Fe
132	85	452.296	.296	(4)	(6)	452.296	.296 (6) Fe
133		452.539	.542	(2) Breit.	(3)	452.541	.542 (5) Fe
134		452.687	.713	(1)	(2)	452.700	.675 (6), .721 (5) Fe
135	86	452.940	.894	(2) Breit.	Band (3). Anders	452.940	.894 (7) Fe, .986 (5) Fe
136		452. —	.999	— [in ⊙.	als in ⊙.	452.999	.986 (5) Fe
137		453.183	.148	(2) Schwächer als	(3)	453.166	.140 (5) Fe, .193 (4) Fe
138		453.442	.445	6)! In ⊙ kaum.	6)! Viel stärker als	453.444	.429 (5) Ni
139	87	453.609	.627	(1) Verwaschen.	(3) [in ⊙.	453.609	.590 (6) Cr, .627 (6)
140		454. —	.011	—	(2) Verwaschen.	454.011	.006 (4)
141		454.195	.183	2) Verwaschen.	(3) Verwaschen.	454.189	.183 (4) Cr
142		454.523	.528	(3) Verwasch. Stär-	(3) Verwaschen.	454.526	.495 (5) Fe, .555 (4)
143		454. —	.747	— [ker als in ⊙.	(1)	454.747	.728 (5) Fe, Ni, Cr
144	88	454.990	.990	(6)	(6) Stärk. als in ⊙.	454.990	.990 (6) Fe
145		455.285	.266	(3) Verwaschen.	(2)	455.276	.281 (5) Fe
146		455.447	.425	(4)	(4)	455.436	.434 (6) Ba
147	89	455.633	.633	2) Breit.	(4)	455.633	.633 (5) Fe
148		455.904	.882	(3) Verwaschen.	(3)	455.893	.896 (4) Cr
149		456.422	.398	(4) Verwasch. Stär-	(3) Ganz verwasch.	456.410	.407 (5) Ti
150		456. —	.607	— [ker als in ⊙.	(2) [In ⊙ schwach.	456.607	.587 (6) Fe
151	91	457.200	.200	(6)	(6) In ⊙ schwäch.	457.200	.200 (3) Fe
152		458. —	.046	—	(3)	458.046	.038 (5) Fe

Erläuterungen.

Nr. 23—24. Das Band enthält noch: .014 (1) Mn, .060 (5) Mn.

» 25—26. Das Band enthält noch: .314 (6), .341 (3), .367 (4).

» 30. Auf Platte 53 ist diese Linie nicht als N. L. erkannt.

» 41—42. Das Band enthält noch: .784 (5) Sr.

Digitized by Google

Nr. 61—63. Das Band enthält noch: .421 (6), .550 (6).
» 69—70. Das Band enthält noch: .584 (4).
» 90. Auf Platte 53 ist die Mitte der beiden Linien eingestellt.
» 93—94. Das Band enthält noch: .270 (6) Fe, .320 (4), .357 (5) Fe, .418 (6).
» 124. Ist auf Platte 53 nicht als N. L. erkannt.

α Orionis.

Aufnahmen: Nr. 169, sehr gutes und scharfes Spectrum.
Nr. 61, gutes Spectrum.

Das Spectrum ist nach Ausweis der directen Beobachtungen Typus III*a*. In dem hier aufgenommenen Theile treten keine der charakteristischen Absorptionsbänder des Typus III*a* mehr auf. Bei immerhin noch bemerkenswerther Aehnlichkeit mit dem Sonnenspectrum sind doch ganz wesentliche Unterschiede gegen dasselbe zu constatiren. An beinahe alle starken Linien schliessen sich Verwaschenheiten, besonders einseitige, an, die den Eindruck der charakteristischen Bänder im Kleinen hervorrufen. Auch in Bezug auf die Intensitäten sind ganz beträchtliche Unterschiede gegenüber dem Sonnenspectrum zu erkennen, doch sind auffallende Fälle von fehlenden oder neuen Linien nicht vorhanden. Der plötzliche Intensitätsabfall des Spectrums bei der *G*-Gruppe ist sehr auffällig.

Verzeichniss der gemessenen Linien.

Nr.	N. L.	W. L. 169	W. L. 61	Bemerkungen 169	Bemerkungen 61	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
1	45	429.464	—	(6) Breit.	—	429.464	.464 (6) **Fe**
2		429.634	—	(2)	—	429.634	.633 (4) **Ni**
3		429.909	—	Band.	—	429.909	.926 (6) **Ca**
4		430.134	—		—	430.134	.134 (3)
5	47	430.294	—	(6) Breit.	—	430.294	.275 (5) **Ca, Fe**, .314 (6)
6		430.611	—	Band.	—	430.611	*G*-Gruppe.
7		431.051	—		—	431.051	
8		431.176	.146	(1)	(3)	431.161	.147 (3), .170 (3)
9		431.301	—	(3)	—	431.301	.310 (4)
10		431.—	.368	—	(1) Scharf.	431.368	.338 (6), .410 (6)
11		431.411	—	Band.	—	431.411	.410 (6)
12		431.—	.496		Breites Band.	431.496	.482 (7)
13		431.546	—			431.546	.556 (8) **Fe**
14		431.—	.630	—		431.630	.649 (1)
15		431.711	—	(1)	—	431.711	.732 (4)
16		431.—	.814	—	2 Scharf.	431.814	.822 (3)
17	50	431.913	—	(3) Breit.	—	431.913	.913 (7) **Sr**
18		431.—	.974	—	(3) Scharf.	431.974	.995 (1)
19		432.136	—	(6) Nach Roth ver-	—	432.136	.123 (5) **Fe**, .140 (4)
20		432.—	.210	— [waschen.	Sehr breit.	432.210	.220 (4) **Fe**
21		432.386	.425	2	(2) Verwaschen.	432.406	.374 (4), .432 (5)
22		432.547	.588	Sehr stark. Band.	Breites Band.	432.568	.543 (7) **Ba**
23		432.748	.773			432.761	.751 (6) **Fe**
24	52	433.068	.068	(3) Stark verwsch.	(3) Nach Roth ver-	433.068	.068 (4)
25		433.313	.335	3	(3) Scharf. [wasch.	433.324	.325 (4)
26		433.444	.442	(2)	(2) Scharf.	433.443	.444 (2)
27		433.—	.533	—	(2) Scharf.	433.533	.506 (3), .560 (3)

Digitized by Google

Nr.	N.L.	W. L. 169	W. L. 61	Bemerkungen 169	Bemerkungen 61	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
28	53	433·735	·735	(6) Nach Roth ver-	Breites Band.	433·735	·735 (6) Fe
29		433. —	·913	— [waschen.		433·913	·908 (3)
30	54	434·071	·071	(6) Breit.	(6) Breit.	434·071	·071 (9) Hγ
31		434·338	—	(1) Scharf.	— [verwaschen.	434·338	·349 (5) Fe
32	55	434·479	·479	(6)	Breit, nach Violett	434·479	·479 (5) Fe
33		434·753	·768	(6) Nach Viol. ver-	(5) Nach Viol. ver-	434·761	·752 (4) Hg, ·787 (4)
34		434. —	·925	— [waschen.	(2) Scharf. [wasch.	434·925	·930 (5) Fe
35		435. —	·095	—	Breites Band.	435·095	·080 (3)
36	56	435·223	·223	(6) Nach Viol. ver-		435·223	·223 (7) Mg
37		435·329	·314	(2) [waschen.	(2) Scharf.	435·322	·312 (6) Fe
38		435·513	·507	(3) Breit, matt.	(4) Nach Viol. ver-	435·510	·495 (4), ·546 (5) Ca
39		435·625	·631	(3) Scharf.	(2) Scharf. [wasch.	435·628	·609 (4) Ni, ·637 (4) Cr
40		435·711	—	(1)?	—	435·711	·701 (4) Cr
41		435·885	·868	(3) Ziemlich breit.	(4) Verwaschen.	435·877	·854 (4) Hg, ·891 (6) Fe
42	57	436·001	·001	(3)	(2) Scharf.	436·001	·001 (7) Zr, Cr, Ni, Mn
43		436·122	—	(3)	—	436·122	·121 (5) Fe
44		436·230	—	(2)	—	436·230	·224 (1)
45		436·363	·374	(3) Breit, doppelt?	(2) Scharf.	436·369	·363 (5)
46		436·500	—	(1)	—	436·500	·509 (3) Cr
47		436·610	·636	(1)?	(4)	436·623	·594 (4), ·634 (5) Fe
48		436·668	—	(3)	—	436·668	·634 (5) Fe, ·700 (6)
49		436. —	·805	—	(6) Breit, verwasch.	436·805	·805 (7) Fe
50		436·849	—	(6) Breit.	—	436·849	·836 (5) Fe
51		437·022	·017	(2)	(2) Scharf.	437·020	·022 (6) Fe
52	59	437·160	·160	(5)	(4) Scharf.	437·160	·145 (6) Cr, ·175 (6)
53		437·365	·361	(3)		437·363	·375 (4) Cr
54		437·482	—	Viol. Grenze. Band.	Breites Band.	437·482	·464 (6), ·492 (6) Fe
55	60	437·638	·638	(6) Sehr breit.		437·638	·638 (6) Fe
56		437·962	·957	(5)	(4) Breit, nach Roth	437·960	·968 (6)
57		438. —	·262	—	[verwaschen.	438·262	·236 (3), ·293 (3) Cr, Mn
58		438·396	—	(6) Breit.	Breites Band.	438·396	·396 (8) Fe
59		438·535	—	(5) Breit.		438·535	·512 (6) Fe, ·550 (6)
60		438. —	·581	—		438·581	·576 (6) Fe
61		438·951	·967	(6) Nach Roth ver-	Breit, nach Roth	438·959	·961 (5) Fe
62		439·202	·220	(4) [waschen.	(4) Scharf. [verw.	439·211	·208 (5) Cr
63	63	439·533	·533	(6) Breit, nach Viol.	(6) Nach Viol. verw.	439·533	·533 (7) Fe
64		439·812	·817	(3) [verwaschen.	(4) Nach Viol. verw.	439·815	·830 (4)
65		440. —	·010	—		440·010	·000 (6) Cr, Ni
66		440·062	—	(6) Nach beid. Sei-	Breites Band.	440·062	·069 (6) Cr
67		440. —	·174	— [ten verwasch.		440·174	·168 (6) Fe
68	65	440·499	·499	(6) Nach Viol. ver-	(4) Verwaschen.	440·499	·499 (8) Fe
69		440·668	—	(1) [waschen.	—	440·668	·681 (6) Cr
70		440. —	·782	—		440·782	·785 (6) Fe
71		440·864	—	(6) Nach Viol. ver-	Breites Band.	440·864	·864 (6) Fe
72		440. —	·933	— [waschen.		440·933	·932 (4)
73		441·089	·103	(3) Matt.	(3) Scharf.	441·096	·067 (4) Cr, Mn, Ni, ·121 (5)
74		441·234	·230	(5)! Scharf, in ⊙	(4) Scharf, ⊙ schw.	441·232	·235 (4) Cr [Cr
75	67	441·535	·535	(6) Breit. [nicht.	(5) Nach Viol. verw.	441·535	·510 (8) Fe, ·559 (6) Fe
76		441. —	·719	—	Matte Absorption.	441·719	·687 (5) Cr, ·734 (4) Cr
77		441·771	—	(1)?	—	441·771	·779 (6) Ni
78		442·024	·013	(2)	(2) Nach Roth ver-	442·019	·033 (3)
79		442·156	·158	(2)	(1) [waschen.	442·157	·170 (3) Cr
80		442·292	·290	(3)	(3)	442·291	·269 (6) Fe, ·332 (5) Fe

Digitized by Google

Nr.	N.L.	W. L. 169	W. L. 61	Bemerkungen 169	Bemerkungen 61	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
81		442.426	.419	(2)	(2 Scharf.	442.423	.398 (5) Fe, .442 (5)
82	69	442.563	.563	(5)	(3 Scharf.	442.563	.563 (7) Ca
83		442.738	.731	6	(4) Scharf.	442.735	.746 (7) Fe
84	70	443.060	.060	6) Nach Viol. ver-	Nach Viol. verwsch.	443.060	.030 (6) Fe, .089 (6) Fe
85		443. —	.389	— [waschen.		443.389	.353 (6) Fe, .411 (5) Fe
86	71	443.533	—	(6) Beiderseits ver-	Breites Band.	443.533	.533 (8) Ca
87		443. —	.686	— [waschen.	[nicht.	443.686	.662 (5) Mn, .729 (5) Fe
88		443.817	.816	4 ! In ⊙ nicht.	4) Scharf. In ⊙	443.817	.803 (4) Sr
89		444.025	.028	1 ?	Matt, verw. In ⊙	444.027	.022 (4) Fe
90		444.184	.202	(6) Breites Band.	[nicht.	444.193	.207 (5) Cr
91		444.320	—		Breites Band.	444.320	.320 (4)
92		444.428	.433	3	Starke Linie im	444.431	.418 (6)
93		444. —	.449	—	Band.	444.449	.455 (4) Cr
94		444.572	.577	3 In ⊙?	Scharf.	444.575	.585 (4) Fe
95		444. —	.752	—	4 Verwaschen.	444.752	.751 (5) Mn
96		444.812	—	Nach Viol. verwsch.	—	444.812	.812 (6) Fe
97		444.947	.936	3 Fast verbun-	(3)	444.942	.951 (5) Mn
98	74	445.081	.081	(3) den.	(2 Scharf.	445.081	.081 (6) Fe
99		445.211	.215	(2)	(2 Scharf.	445.213	.196 (5) Mn, .242 (4)
100		445.358	.348	(3)	(3)	445.353	.335 (5) Mn, .371 (4) Fe
101	75	445.516	.516	(4) Nach Roth ver-	(4) Nach Roth ver-	445.516	.516 (6) Ca
102		445.777	.769	(1) [waschen.	(2 Scharf. [wasch.	445.773	.787 (6) Mn
103		446. —	.007	—	Breit, matt.	446.007	.012 (4)
104	76	446.198	.198	6	Breit, nach Roth	446.198	.198 (5) Fe
105		446.507	.488	(3)	Breit, matt. [verw.	446.498	.477 (5) Mn, Cr, .508 (5) Cr
106	77	446.704	.704	(3)	(3)	446.704	.684 (6) Fe, .724 (5) Ba, Ni
107		446.889	.885	(3 Breit.	Breit, 2 Linien?	446.887	.879 (6)
108		447.172	.192	(4) Verwaschen.	(3)	447.182	.193 (3)
109	78	447.305	.305	(1)	(2 Scharf.	447.305	.305 (6) Mn, Cr
110		447.569	—	(2 Matt und breit.	—	447.569	.552 (3) Cr
111	79	447. —	.627	—	(3)	447.627	.627 (6) Fe
112		447.992	.007	(2)	Breites Band.	448.000	.981 (5) Fe, .030 (5) Fe
113	80	448.268	.268	(6) Nach Viol. ver-		448.268	.237 (7) Fe, .299 (5) Fe
114		448.441	.439	(2) Matt. [wasch.	(3 Scharf.	448.440	.447 (5) Fe
115		448.612	.587	(1)	(1)	448.600	.592 (5) Fe
116		449.009	.994	(6) Beiderseits ver-	(5) Verwaschen.	449.002	.995 (5) Fe, .035 (5) Fe
117	81	449.477	.477	(4) [waschen.	(3)	449.477	.477 (6) Fe
118		449.664	.664	(5) Breit, verwasch.	(4) Verwaschen.	449.664	.627 (5), .713 (5) Fe, Cr, Zr
119		449.923	.927	(1)?	(3 Scharf.	449.925	.908 (5) Mn, .935 (4) Fe
120	82	450. —	.150	—	(5) Breit.	450.150	.105 (6) Ti
121		450.183	—	(6) Breit, verwasch.	—	450.183	.199 (3) Ni, Cr
122		450. —	.483	—	(1) Scharf.	450.483	.507 (5) Fe
123		450.704	.683	(2) Breit, matt.	Sehr breit, ver-	450.694	.701 (3) Cr
124		450. —	.853	—	(1) [waschen.	450.853	.853 (5) Fe
125		451.007	.985	(1 ?	2) Scharf.	450.996	.998 (4) Fe
126		451.305	.270	(3) Etwas verwsch.	Scharf, aber mit	451.288	.250 (3) Ca, .301 (5) Mn
127		451. —	.563	—	(1) [Hülle.	451.563	.563 (5) Fe
128		451.844	.829	(5)	(5) Breit.	451.837	.829 (4) Cr
129		452.030	.008	(3) Matt.	(3)	452.019	?
130	85	452.296	.296	6)	(5) Breit.	452.296	.296 (6) Fe
131		452.731	.701	3) Ganz verwasch.	Sehr breit, verw.	452.716	.721 (5) Ca
132	86	452.894	.894	(3) Matt.	Breit, verwaschen.	452.894	.894 (7) Fe
133		453.139	.106	(4)	(3) Scharf.	453.123	.103 (5) Cr, .140 (5) Fe, Sr

Digitized by Google

Nr.	N. L.	W. L. 169	W. L. 61	Bemerkungen 169	Bemerkungen 61	Mittel	⊙
		μμ	μμ			μμ	
134		453.349	.328			453.339	.347 (5) Fe
135	87	453.608	.608	(6) Band.	(6) Breites Band.	453.608	.590 (6) Cr, .627 (6)
136		453. —	.967	—	Breites, unvollständig absorbirtes Band.	453.967	?
137		454.068	—	Ganz verwaschen.		454.068	.090 (5) Cr
138		454. —	.220	—		454.220	?
139		454.508	.472	Ganz verwaschen.	Breit, verwaschen.	454.490	.495 (5) Fe
140		454.870	.909	Band.	Breit.	454.890	.908 (4) Cr
141	88	454.990	—		—	454.990	.990 (6) Fe
142		455.240	.221	(3)	2) Scharf.	455.231	?
143		455.407	.382	3) Nach Roth ver-	2) Scharf.	455.395	.381 (1)
144		455. —	.547	— [waschen.	2) Verwaschen.	455.547	.531 (4) Cr
145		455.847	.814	(1)?	2) Scharf.	455.831	.836 (3) Fe
146		456.070	.051	(5) Breit.	Breit, zieml. scharf.	456.061	.038 (4) Fe, .110 (3)
147		456. —	.229	—		456.229	.171 (3) Fe, .262 (3)
148		456.346	—	Ganz verwaschen.	Breites Band.	456.346	.344 (3) Cr
149		456.528	—	3) Nach Roth ver-		456.528	.504 (4) Fe
150		456. —	.603	— [waschen.		456.603	.587 (6) Fe
151		456.860	.875	(2)	(1) Scharf.	456.868	.861 (4)
152		457.154	.159	(6) Verwaschen.	Sehr breit.	457.157	.142 (6) Mg
153		457.498	—	(3) Matt, breit.	—	457.498	.507 (5) Fe
154		457.741	.698	(1) [waschen.	(1)	457.720	.666 (5), .749 (4) Mn
155		458.039	—	(4) Nach Viol. ver-	—	458.039	.038 (5) Fe
156		458.403	—	(3) Breit, matt.	—	458.403	.417 (6) Fe
157		458.623	—	(4) Breit, matt.	—	458.623	.622 (6) Ca

Erläuterungen.

Nr. 3—4. Das Band enthält noch: .951 (6), .977 (6) Fe, .014 (1) Mn, .060 (5) Mn, .082 (3), .111 (4).
» 6—7. Anfang und Ende dieses überaus starken Bandes sind nicht sicher zu messen.
» 8. Tritt in der Sonne nicht besonders hervor.
» 11—14. Das Band enthält noch: .462 (7) Mn, .508 (1), .532 (5); das Ende ist unbestimmt.
» 19. Nach Roth folgt nur die Linie 20.
» 21. Dazwischen noch: .402 (3).
» 22—23. Das Band enthält noch: .577 (1), .622 (10) Fe, .676 (3) Sr, .720 (5) Fe.
» 27. Dazwischen: .529 (1); Linie wohl fraglich.
» 28—29. Das Band enthält noch: .784 (5) Sr, .821 (5) Fe, .855 (4), .894 (3).
» 32. Nach Violett folgt: .458 (5), .426 (3), .396 (4) Fe.
» 33. Nach Violett folgt: .720 (3), .688 (4) Fe, .655 (3) Mn.
» 35—36. Das Band enthält noch: .096 (1), .116 (3), .137 (4), .166 (1) Fe, .190 (3).
» 38. Nach Violett folgt: .462 (3).
» 53—55. Das Band enthält noch: .401 (5) Fe, .430 (3) Cr, .534 (6) Cr, .569 (4), .603 (4).
» 57—60. Das Band enthält noch: .316 (6) Mn, .347 (4), .375 (5) Cr, .421 (6), .463 (4) Cr, Ni.
» 61. Nach Roth folgen: .001 (4) Mn, Ni, .032 (5), .088 (5) Fe, .134 (6) Fe; aber auch nach Violett folgen viele kräftige Linien.
» 65—67. Das Band enthält noch: .040 (3), .120 (4) Ni.
» 70—72. Das Band enthält noch: .837 (4) Cr, Mn.
» 84. Nach Violett folgen: .949 (4), .881 (5) Cr.

Digitized by Google

Nr. 85—87. Das Band enthält noch: .472 (4) Cr, .599 (6) Ca.
» 90—93. Das Band enthält noch: .270 (6) Fe, .357 (5) Fe.
» 112—113. Das Band enthält noch: .090 (3) Sr, .141 (5) Mg, .177 (4) Fe.
» 118. Dazwischen: .670 (1) Mn.
» 128. Enthält wahrscheinlich noch: .783 (5) Fe und .867 (3) Fe.
» 131. Enthält wahrscheinlich noch: .675 (6) Fe und .763 (5) Cr.
» 134—135. Das Band enthält noch: .429 (5) Ni, .508 (4) Ni, .546 (4) Cr.
» 136—138. Das Band enthält noch: .006 (4), .132 (1) Cr, .183 (4) Cr, .231 (1); Anfang und Ende sind unsicher.
» 147—150. Das Band enthält noch: .407 (5) Ti.

Digitized by Google

Speciellere Untersuchungen.

Untersuchungen über einzelne Linien, welche häufiger in den Spectren der Classe I auftreten.

In den Spectren der Classe I bieten die wenigen Linien, welche vorhanden sind, ein besonderes Interesse, indem sie den Stoffen angehören, für welche zuerst auf diesen Sternen die zur Erzeugung von Absorptionslinien nothwendigen Bedingungen eintreten. Ich werde eine Anzahl dieser Linien ausführlicher besprechen und bei dieser Gelegenheit versuchen, durch Mittelbildung aus einer grösseren Zahl von Spectren die Wellenlängen etwas genauer festzulegen. Bei dem Bilden der Mittel habe ich den Resultaten aus den einzelnen Spectren verschiedene Gewichte beigelegt und zwar nach folgenden Gesichtspunkten: Den Wellenlängen einer Aufnahme wurden die Gewichte 1 bis 3 gegeben, je nach der Güte der Aufnahmen und dem Grade der Messbarkeit der betreffenden Linien; diese Gewichtszahlen wurden für jeden Stern mit der Anzahl der gemessenen Aufnahmen multiplicirt, und die Quadratwurzel aus diesem Producte, auf ganze Zahlen abgerundet, wurde als Gewicht angenommen. Für Wellenlängen, welche nach der ersten Messmethode erhalten sind, wurde das Gewicht 3 resp. 2 angenommen, je nachdem die Linie auf zwei Aufnahmen oder nur auf einer gemessen ist.

1. Die Magnesiumlinie bei λ 448.1 $\mu\mu$.

Diese Linie ist in fast allen Spectren der Classe I sichtbar, wenn sie auch nicht in allen hat gemessen werden können. Es ist eigentlich nur das Spectrum von α Ophiuchi, welches nicht die geringste Andeutung dieser Linie giebt, bei einigen andern Sternspectren ist wenigstens das Vorhandensein nicht ausgeschlossen.

Es liegen folgende Messungen vor:

Stern	W. L. $\mu\mu$	Gewicht	Aussehen
α *Lyrae*	448.140	3	Scharf, kräftig.
β *Orionis* . . .	448.139	5	Ziemlich scharf, kräftig.
β *Persei*	448.146	3	Scharf, kräftig.
β *Ursae majoris*.	448.182	2	Scharf, kräftig.
β *Leonis*	448.170	1	Sehr breit, matt.
δ *Leonis*. . . .	448.156	1	Sehr breit.
β *Cassiopejae* . .	448.185	1	Breit.
α *Coronae* . . .	448.097	1	Sehr breit, matt.
γ *Orionis* . . .	448.168	2	Sehr breit, matt.
β *Tauri*	448.164	1	Sehr breit, matt.
α *Geminorum* . .	448.175	1	Scharf, sehr kräftig.
ζ *Ursae majoris*.	448.186	3	Scharf, kräftig.
ε *Ursae majoris*.	448.174	2	Scharf, kräftig.
γ *Geminorum* . .	448.137	3	Scharf, kräftig.
α *Canis majoris*.	448.138	3	Scharf, kräftig.
β *Aurigae* . . .	448.164	3	Sehr breit, kräftig.
α *Cygni*	448.122	3	Scharf, kräftig.
α *Andromedae* .	448.178	1	Breit, matt.
Mittel . .	448.153	39	

Digitized by Google

Auch in einer Anzahl von Spectren der II. Classe ist die Linie isolirt vorhanden; folgende Messungen wurden erhalten:

Stern	W. L.	Gewicht
	μμ	
α *Bootis*	448.141	3
α *Tauri*	448.148	2
Sonne	448.153	2
α *Arietis*. . . .	448.145	2
α *Persei*	448.155	3
α *Canis minoris* .	448.144	3
α *Ursae minoris*.	448.154	3
β *Geminorum* . .	448.166	2
Mittel . .	448.150	20

Als definitive Wellenlänge für die *Mg*-Linie nehme ich demnach an λ 448.152 μμ. Im Potsdamer Sonnenspectrum findet sich hier die Linie λ 448.141 μμ (5).

Da in einzelnen Spectren die Linie ausserordentlich breit und verwaschen auftritt, in den anderen und in Classe II*a* dagegen sehr scharf, so ist ohne Weiteres eine Identität der beiden Arten nicht anzunehmen. Rechnet man indessen die Mittel der Wellenlängen aus den scharfen und breiten Linien getrennt, so erhält man die Werthe λ 448.150 resp. 448.162 μμ, eine in Anbetracht der Unsicherheit des letzteren Werthes durchaus befriedigende Uebereinstimmung, so dass an der Identität der scharfen und breiten Linien kein Zweifel bestehen kann.

Die wichtigste Eigenthümlichkeit der Linie λ 448.1 μμ besteht in der Abhängigkeit ihrer Stärke von der Spectralclasse. In fast allen Spectren der Classe I tritt die Linie durch ihre Breite oder ihre Intensität stark hervor; sie erreicht in den linienärmeren Spectren dieser Classe sogar die Breite der Wasserstofflinien. Auch in den linienreicheren Spectren vom Sirius, Wega, Procyon u. a. ist sie sehr hervorragend, wenn auch nicht in dem Masse wie in den oben genannten; dagegen ist sie im Sonnenspectrum und in den anderen Spectren der Classe II*a* schwach, so dass ich sie bei manchen Vertretern dieser Classe nicht mehr auffinden konnte, und es scheint, dass sie um so schwächer wird, je mehr sich das Sternspectrum der III. Classe nähert.

Auch im künstlich erzeugten Spectrum des Magnesiums ist diese Linie grossen Schwankungen in Bezug auf Intensität und Breite unterworfen. Schon Liveing und Dewar (Proceed. R. Soc. Vol. 30) haben constatirt, dass die Linie bei λ 448.1 μμ weder im Spectrum des brennenden Magnesiums noch in dem des elektrischen Bogens erscheint, dass sie dagegen schon im einfachen Inductionsfunken ohne Einschaltung einer Leydener Flasche auftritt. So haben auch Kayser und Runge bei ihren zahlreichen Aufnahmen des *Mg*-Spectrums nicht eine Spur dieser Linie erhalten, da sie stets mit dem elektrischen Bogen gearbeitet haben, während meine eigenen Aufnahmen des *Mg*-Spectrums vom Funken der Leydener Flasche diese Linie in ausserordentlicher Breite und Verwaschenheit zeigen.

Es liegt zwar nahe, die Eigenthümlichkeiten der Linie auf die Verschiedenheit der Temperatur des Magnesiumdampfes im elektrischen Bogen und im Funken zurückzuführen und weitere Schlüsse auf die Temperaturen auf den Fixsternen zu ziehen; indessen ist es nicht möglich, die Einflüsse von Temperatur und von Druck scharf zu trennen, und es ist in Bezug auf die Sterne nur der Schluss erlaubt, dass sich der Magnesiumdampf auf den Sternen der I. Spectralclasse in ähnlichem Zustande befindet, wie im elektrischen Funken von starker Spannung, auf den Sternen, deren Spectrum der II. Classe angehört, dagegen mehr wie im elektrischen Bogen.

Digitized by Google

Das gleich zu besprechende Verhalten der Magnesiumlinie bei λ 435.2 $\mu\mu$ gestattet dagegen eine beträchtliche Erweiterung dieses Schlusses.

2. Die Magnesiumlinie bei λ 435.2 $\mu\mu$.

Von dieser Linie liegen folgende Messungen vor:

Stern	W. L.	Gewicht	Bemerkungen
	$\mu\mu$		
α Cygni	435.223	3	Sehr kräftig.
β Aurigae . . .	435.223	2	Schwach.
γ Geminorum . .	435.223	2	Schwach.
α Canis majoris .	435.223	3	Ziemlich kräftig.
ζ Ursae majoris.	435.245	1	Schwach.
β Ursae majoris.	435.230	1	Schwach.
β Orionis . . .	435.202	4	Schwach.
α Lyrae	435.207	3	Schwach.
Mittel . .	435.217	19	

Ich habe hier bei der Mittelbildung auch Wellenlängen berücksichtigt, welche für diese Linie als Normallinie der 1. Messmethode aus dem Potsdamer Cataloge entnommen sind. Ich glaube hierzu berechtigt zu sein, da ja durch die Ausgleichung der Normallinien eine Prüfung der Gültigkeit dieser Wellenlängen stattgefunden hat. Nimmt man jedoch an diesem Verfahren Anstoss, so darf man zur Mittelbildung nur die 4 letzten Sterne heranziehen und erhält dann die Wellenlänge 435.212 $\mu\mu$. Von Kayser und Runge ist die Wellenlänge dieser Linie zu 435.218 $\mu\mu$ bestimmt worden.

Diese Linie zeigt nun in Bezug auf ihre Stärke merkwürdiger Weise ein ganz entgegengesetztes Verhalten wie die Linie bei λ 448.1 $\mu\mu$. Sie tritt in keinem der linienarmen Spectra der Classe I*a* auf, beginnt aber sichtbar zu werden in den linienreicheren Spectren dieser Classe, ist in der Sonne und in den Sternen der Classe IIa sehr hervorragend und erscheint in dem Spectrum von *α* Orionis (III*a*) als eine der stärksten Linien.

Bei Versuchen im Laboratorium zeigt diese Linie ebenfalls die umgekehrten Erscheinungen, wie diejenige bei λ 448.2 $\mu\mu$. Im Funkenspectrum ist sie kaum oder gar nicht zu erkennen, dagegen im Spectrum des elektrischen Bogens sehr kräftig und breit. Auch Liveing und Dewar haben bereits dieses eigenthümliche Verhalten der Linie erkannt.

Der günstige Umstand, dass zwei demselben Stoffe angehörige Linien ein entgegengesetztes Verhalten zeigen, beweist nun sofort, dass die Erscheinungen, welche diese Linien auf den Sternen bieten, von der Temperatur allein abhängen und nicht vom Drucke. Bei vermehrtem Drucke werden alle Linien eines Gases breiter und treten mehr hervor, es kann nach den Folgerungen aus dem Kirchhoff'schen Satze nicht vorkommen, dass eine Linie bei vermehrtem Drucke schmaler wird; dagegen ist es eine bekannte Thatsache, dass einzelne Linien bei höherer Temperatur schwächer und schmaler werden können, während im allgemeinen die Linien unter diesen Bedingungen kräftiger und breiter werden. Ich glaube daher folgenden Satz aufstellen zu können:

Die Temperatur der sogenannten absorbirenden Schicht — der obersten Schicht der Photosphäre — auf den Sternen der Spectralclasse III*a* ist annähernd gleich derjenigen des elektrischen Bogens (etwa 3000° bis 4000°); auf der Sonne und auf den Sternen der Classe II*a* ist sie höher, erreicht aber nicht diejenige des Funkens der Leydener Flasche; auf den Sternen der Classe I*a* ist sie annähernd gleich der Temperatur dieses Funkens (obere Grenze circa 15000°).

Digitized by Google

Mit diesem Resultate ist gleichzeitig zum ersten Male ein directer Beweis für die Richtigkeit der physikalischen Deutung der Vogel'schen Spectralclassen gegeben, nach welcher sich die Classe II durch Abkühlung aus I und III durch noch weitere Abkühlung aus II enwickelt.

3. Die Orionlinie bei λ 447.2 $\mu\mu$.

Diese Linie wurde von mir zuerst nur bei den Orionsternen der Classe I gefunden, bei welchen sie ohne Ausnahme auftritt. Später fand ich sie noch in den Spectren von β Persei, α Virginis, β Tauri und η Ursae majoris.

Es liegen folgende Messungen vor:

Stern	W. L.	Gewicht
	$\mu\mu$	
β *Orionis* . . .	447.167	5
α *Virginis* . . .	447.176	1
β *Persei*	447.192	2
δ *Orionis* . . .	447.148	1
ε *Orionis* . . .	447.179	2
ζ *Orionis* . . .	447.196	1
γ *Orionis* . . .	447.171	3
β *Tauri*	447.151	1
η *Ursae majoris*.	447.212	1
Mittel . .	447.175	17

Genau an dieser Stelle befindet sich im Sonnenspectrum keine Linie; die zunächst benachbarten sind: λ 447.151 (4) und 447.193 $\mu\mu$ (3). Auch in den genauer ausgemessenen Metallspectren ist keine Linie zu finden, welche mit der Orionlinie identisch sein könnte. In Young's Verzeichniss der Chromosphärenlinien ist als immer im Chromosphärenspectrum sichtbare Linie unter Nr. 222 die Linie λ 447.12 $\mu\mu$ angegeben, die bei Reduction auf das Potsdamer System der Wellenlängen mit der schwachen Linie λ 447.193 $\mu\mu$ im Sonnenspectrum zusammenfällt. Es ist sehr leicht möglich, dass die Chromosphärenlinie und die Orionlinie identisch sind, dagegen halte ich es für unwahrscheinlich, dass sie dem Cerium angehört, wie Young nach Thalén und Kirchhoff angenommen hat. Der Stoff, von welchem die Linie herrührt, scheint sehr viel Verwandtschaft mit dem Wasserstoff zu besitzen, da in allen Spectren, in denen die Orionlinie auftritt, sie in ihrer Breite und Verwaschenheit genau der Wasserstofflinie $H\gamma$ entspricht. Der Umstand, dass die Linie immer sehr stark aufgehellt erscheint, mehr als die Wasserstofflinie, spricht dafür, dass das betreffende Gas ein noch geringeres Atomgewicht als Wasserstoff besitzt.

Es ist nun von besonderem Interesse, dass sich an dieser Stelle eine Linie im Spectrum des Orionnebels befindet, die von Copeland entdeckt worden ist, und nach dessen etwas unsicherer Bestimmung die W. L. 447.6 $\mu\mu$ hat. Nach Messungen von Keeler*) kommt dieser Linie die Wellenlänge 447.12 $\mu\mu$ zu, Campbell findet 447.3 $\mu\mu$, so dass an der Identität derselben mit der Orionlinie kein Zweifel mehr bestehen kann. Der durch das gemeinsame Auftreten dieser sonst in den Sternen der I. Classe nur selten vorkommenden Linie documentirte physikalische Zusammenhang zwischen den Orionsternen ist hiermit auch auf den Orionnebel auszudehnen, ein Zusammenhang, der in neuerer Zeit noch durch andere Untersuchungen wahrscheinlich gemacht worden ist.

*) Astron. and Astrophys. 1894. June.

Digitized by Google

4. Linie bei λ 438.4 $\mu\mu$.

In 11 Spectren der Classe I*a* befindet sich bei λ 438.4 $\mu\mu$ eine Linie, z. Th. sehr scharf, z. Th. aber auch sehr verwaschen. Die Positionen stimmen auffallend schlecht unter einander, so dass die Möglichkeit der Existenz zweier oder mehrerer verschiedener Linien an dieser Stelle vorliegt.

Folgende Messungen sind ausgeführt:

Stern	W. L.	Gewicht	Bemerkungen
	$\mu\mu$		
α Lyrae	438.367	2	Scharf, sehr schwach.
β Ursae majoris.	438.415	2	Ziemlich schwach, scharf.
β Leonis	438.463	1	Breit, sehr matt.
δ Leonis	438.475	1	Breit, sehr matt.
β Cassiopejae . .	438.470	2	Breit.
α Geminorum . .	438.400	1	Scharf, sehr kräftig.
ζ Ursae majoris.	438.425	1	Breit, schwach.
ε Ursae majoris.	438.455	1	Breit, schwach.
γ Geminorum . .	438.396	2	Scharf, ziemlich schwach.
α Canis majoris.	438.396	3	Scharf, ziemlich schwach.
β Aurigae . . .	438.396	2	Scharf, ziemlich schwach.
Mittel . .	438.416	18	

Im Sonnenspectrum befinden sich in der Gegend, welche durch die Messungen eingeschlossen wird, folgende Linien: 438.375 (5) Cr, .396 (8) Fe, .421 (6), .463 (4) Cr. Das Mittel der Messungen, bei denen die Linie als scharfe bezeichnet ist, wo also nur eine einzige Linie vorhanden sein kann, fällt so nahe mit der Wellenlänge 438.396 $\mu\mu$ zusammen, dass gar kein Zweifel an der Identität mit der starken Eisenlinie aufkommen kann. Das Mittel der breiten Linien ergiebt dagegen 438.458, und ich möchte wohl glauben, dass dieselben einem anderen Stoffe angehören. In Young's Chromosphärenlinienverzeichniss ist sowohl die Eisenlinie als auch die Linie bei λ 438.241 $\mu\mu$ angeführt.

5. Linie bei λ 438.8 $\mu\mu$.

Eine Linie an dieser Stelle kommt in 3 Orionsternen und in *α* Virginis vor:

Stern	W. L.	Gewicht	Bemerkungen
	$\mu\mu$		
β Orionis . . .	438.819	4	Schwach.
α Virginis . . .	438.857	1	Ganz breit und matt.
ε Orionis . . .	438.840	1	Scharf.
γ Orionis . . .	438.832	2	Verwaschen, kräftig.
Mittel . .	438.830	8	

Im Sonnenspectrum befindet sich hier die Linie λ 438.829 $\mu\mu$ (5) Fe, Mn; es ist aber sehr unwahrscheinlich, dass die Linie dem Eisen oder Mangan angehören sollte. Gerade in den obigen vier Spectren spielt Eisen eine sehr untergeordnete Rolle.

Digitized by Google

6. Linie bei λ 423.3 $\mu\mu$.

Folgende Wellenlängen sind gemessen:

Stern	W. L.	Gewicht	Bemerkungen
	$\mu\mu$		
α *Lyrae*	423.329	3	Scharf, mittelstark.
β *Orionis* . . .	423.355	4	Schwach.
β *Ursae majoris*.	423.395	1	Scharf, mittelstark.
ζ *Ursae majoris*.	423.369	2	Scharf, mittelstark.
ε *Ursae majoris*.	423.368	1	Breit, stark.
α *Cygni*	423.378	3	Sehr stark.
β *Aurigae* . . .	423.338	2	Sehr breit, stark.
γ *Geminorum*. .	423.363	2	Etwas breit, stark.
α *Canis majoris*.	423.362	3	Scharf, sehr stark.
Mittel . .	423.359	21	

Im Sonnenspectrum sind hier zwei Linien: λ 423.345 (6) und .387 $\mu\mu$ (7) Fe, die in den wenigen Spectren der II. Classe, in denen diese Gegend noch auszumessen war, nicht getrennt worden sind. Es liegen hiervon folgende Messungen vor:

Stern	W. L.	Bemerkungen
	$\mu\mu$	
Sonne	423.356	Sehr breit.
α *Aurigae* . . .	423.363	2 Linien.
α *Ursae majoris*.	423.356	—
Mittel . .	423.358	

Das Mittel der Messungen ist λ 423.366 $\mu\mu$. In den Spectren der Classe I, wo die Linie als breit beobachtet ist, mögen auch wohl beide Linien vorhanden sein, aber in denen, wo sie scharf erscheint, ist dies nicht möglich. In α Lyrae, β Orionis und β Aurigae ist sicherlich nur die erste der beiden Linien vorhanden, in β Ursae maj. und α Cygni wohl nur die zweite, die Eisenlinie. In den übrigen Fällen bleibt es unentschieden, welche Linie gemessen ist. Welchem Metalle die erstere Linie entspricht, ist unbekannt.

7. Linie bei λ 446.8 $\mu\mu$.

Die linienreichen Spectra der Classe I haben an dieser Stelle eine schwache, aber sehr scharfe Linie, mit Ausnahme von α Cygni, in dessen Spectrum sie als ziemlich kräftig notirt ist, und von β Aurigae, wo sie sehr breit ist.

Folgende Messungen liegen vor:

Digitized by Google

Stern	W. L.	Gewicht
	μμ	
α *Cygni*	446.851	3
α *Canis majoris* .	446.852	3
γ *Geminorum* . .	446.869	2
β *Aurigae* . . .	446.865	2
α *Lyrae*	446.841	2
β *Ursae majoris* .	446.887	1
ζ *Ursae majoris* .	446.892	2
ε *Ursae majoris* .	446.890	1
α *Canis minoris* .	446.866	3
Mittel . .	446.864	19

In der Sonne befindet sich hier die Linie λ 446.879 μμ (6), die auch in den Sternen der II. Classe sehr viel beobachtet und mit der obigen Linie zweifellos identisch ist. Ueber die Natur der Linie ist nichts Genaueres zu ermitteln; in der Nähe gelegen und möglicherweise identisch mit ihr ist eine kräftige Titanlinie.

8. Linie bei λ 454.9 μμ.

An dieser Stelle des Spectrums befindet sich bei vielen Sternen eine Linie, deren Einzelpositionen aber sehr stark von einander abweichen, so dass zweifellos verschiedene Linien hier vorhanden sind. Ich trenne die Messungen daher in folgende drei Abtheilungen:

Stern	W. L.	Gewicht	Bemerkungen
	μμ		
1) β *Orionis* . . .	454.938	4	Schwach.
β *Persei*	454.952	1	Schwach.
Mittel . .	454.941	5	
2) α *Andromedae* .	454.987	1	Scharf.
α *Lyrae*	454.986	3	Schwach.
β *Ursae majoris* .	455.023	1	Mittelstark.
α *Geminorum* . .	454.992	1	Kräftig, scharf.
ε *Ursae majoris* .	454.983	2	Mittelstark, scharf.
α *Canis majoris* .	454.990	3	Kräftig.
γ *Geminorum* . .	454.990	3	Kräftig.
α *Cygni*	454.990	3	Kräftig.
α *Canis minoris* .	454.990	3	Sehr kräftig.
Mittel . .	454.990	20	
3) β *Tauri*	455.041	1	Breit, scharf.
ζ *Ursae majoris* .	455.069	2	Schwach.
β *Aurigae* . . .	455.049	3	Stark.
Mittel . .	455.054	6	

Im Sonnenspectrum befindet sich hier nur die kräftige Eisenlinie λ 454.990 μμ (6), welche mit der zweiten Gruppe zu identificiren ist. Die benachbarten Linien λ 454.908 (4) Cr und 455.107 μμ (4) Fe, Cr, Mn können nur insofern in Betracht kommen, als das Mittel aus ihnen und der Eisenlinie beobachtet sein könnte. Für β Orionis und β Persei ist dies aber der ganzen Natur des Spectrums nach

Digitized by Google

ausgeschlossen; es befindet sich an dieser Stelle in diesen Sternen zweifellos eine nicht in der Sonne vorhandene Linie. Bei β Aurigae und ζ Ursae majoris wäre die erstere Erklärung denkbar, für β Tauri aber scheint sie mir ebenfalls ausgeschlossen zu sein; es wird also auch bei diesem Sterne eine neue Linie vorliegen. Ueber die Herkunft dieser Linie lässt sich nichts Genaues angeben; in der Nähe befinden sich eine kräftige Titanlinie, sowie schwächere Linien von Nickel, Osmium und Cobalt.

Das mittlere Spectrum der Classe IIa.

Ich habe bereits darauf aufmerksam gemacht, dass die Spectra einiger Sterne der II. Classe unter einander und mit dem Sonnenspectrum fast absolut genau übereinstimmen; es ist daher möglich, durch Zusammenstellung dieser Spectra und Mittelbildung die Wellenlängen der einzelnen Linien noch etwas genauer zu erhalten und das so gewonnene mittlere Spectrum der Classe II*a* noch etwas exacter sowohl mit dem durch denselben Apparat erhaltenen Sonnenspectrum als auch mit dem Potsdamer Cataloge des Sonnenspectrums zu vergleichen. Gleichzeitig ist dadurch Gelegenheit gegeben, die angedeutete Uebereinstimmung klarer zu zeigen und die noch vorhandenen Unterschiede auf ihren Ursprung zurückzuführen. Zu diesem Zwecke habe ich unter Weglassung ganz unsicherer Linien die Spectra von α Bootis, α Aurigae, β Geminorum, α Tauri und α Arietis im Folgenden zusammengestellt und in Columne 7 die Mittel der Wellenlängen gegeben. Columne 8 enthält die Messungen am Normalspectrum der Sonne. Columne 9 führt die entsprechenden Wellenlängen nach dem Potsdamer Cataloge auf; in Fällen, wo die Mitte von zwei oder mehreren Linien beobachtet ist, ist zuerst das Mittel dieser Linien angesetzt, in der Klammer folgen die Linien selbst.

Diese Zusammenstellung zeigt zunächst, dass das mittlere Sonnenspectrum beträchtlich mehr Linien aufweist, als das mit dem gleichen Apparate aufgenommene directe Sonnenspectrum. Dies rührt zum Theil daher, dass besonders bei dicht zusammenstehenden Linien in einzelnen Spectren eine andere Auffassung stattgefunden hat, als in anderen Spectren und in der Sonne; in vielen Fällen reicht aber diese Erklärung nicht aus. So ist z. B. die Linie λ 429.652 $\mu\mu$ (Mittel aus 2 Linien) in 4 Sternspectren beobachtet, im Sonnenspectrum aber nicht; ebenso die Linie λ 431.750 $\mu\mu$ in allen Sternspectren, aber nicht in der Sonne u. s. w. Der Grund hierfür liegt darin, dass das Sonnenspectrum im mittleren Theile etwas überexponirt worden ist, um noch die äusseren Enden mit genügender Kraft zu erhalten, und bei dieser Ueberexposition sind die feinsten Details zum Theil verloren gegangen. Die Unterschiede, welche die verglichenen Sternspectra noch unter einander zeigen, betreffen wesentlich nur die schwächsten Linien, die noch in dem einen Spectrum gesehen worden sind und in einem andern nicht. Es mögen hier zum Theil kleine reelle Unterschiede vorliegen; im Grossen und Ganzen aber wird diese Erscheinung auf dieselben Ursachen zurückzuführen sein, welche bedingen, dass sich Unterschiede in dem Auftreten schwacher Linien auch bei verschiedenen Aufnahmen desselben Spectrums zeigen.

Die Hauptunterschiede kommen an den Stellen vor, wo mehrere Linien zu Bändern vereinigt erscheinen; hier sind die Grenzen der Bänder sehr verschieden aufgefasst, auch sind häufig in einem Spectrum innerhalb der Bänder noch Linien zu erkennen, die in anderen nicht mehr wahrnehmbar sind.

Mittleres Spectrum der Classe IIa.

Nr.	*α Bootis*	*α Aurigae*	*β Gemin.*	*α Tauri*	*α Arietis*	Mittel	Normal-Spectrum der Sonne	⊙
	$\mu\mu$	$\mu\mu$	$\mu\mu$	$\mu\mu$	$\mu\mu$	$\mu\mu$	$\mu\mu$	
1	418.802 (5)	.802 (4)	—	—	—	.802 (5)	.802	.802 (9) Fe
2	418.898 (2)	.913 (3)	—	—	—	.906 (3)	.902	.901 (5)

Digitized by Google

Nr.	α *Bootis*	α *Aurigae*	β *Gemin.*	α *Tauri*	α *Arietis*	Mittel	Normal-Spectrum der Sonne	⊙
	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	
3	419.177 (6)	.165 (4)	—	—	—	.171 (5)	.165 (4)	.165 (7) **Fe**
4	419.385 (3)	.375 (1)	—	—	—	.380 (2)	—	.400 (5)
5	419. —	.494 (1)	—	—	—	.494 (1)	—	.511 (5) [(5) **Fe**]
6	419.549 (2)	.554 (2)	—	—	—	.552 (2)	.547 (2)	.552 [.511 (5), .561 (5) **Ni**, .584
7	419.693 (3)	.701 (2)	—	—	—	.697 (3)	.682 (2)	.689 [.646 (5) **Fe**, .687 (5), .735
8	419.846 (6)	.846 (5)	—	—	—	.846 (6)	.846 (4)	.846 (9) **Fe** [(5)]
9	419.952 (2)	.934 (2)	—	—	—	.943 (2)	.930 (3)	.933 (7) **Fe, Zr**
10	420.020 (3)	.016 (2)	—	—	—	.018 (3)	.012 (2)	.021 (6)
11	420.103 (4)	.087 (1)	—	—	—	.095 (3)	.098 (3)	.098 (6) **Fe**
12	420.227 (6)	.227 (5)	—	—	—	.227 (6)	.227 (5)	.227 (9) **Fe**
13	420.435 (3)	.415 (2)	—	—	—	.425 (3)	.414 (2)	.421 (7) **Fe**
14	420.539 (3)	.528 (2)	—	—	—	.534 (3)	.529 (2)	.534 [.496 (5), .532 (5), .573 (6)
15	420.690 (4)	.690 (3)	—	—	—	.690 (4)	.690 (2)	.690 (7) **Fe** [**Fe**]
16	420.744 (3)	—	—	—	—	.744 (3)	—	.738 (5) **Fe**
17	420.865 (3)	.888 (2)	—	—	—	.877 (3)	.876 (1)	.883 (6) **Fe**
18	420.991 (4)	—	—	—	—	.991 (4)	—	.987 [.970 (5), .003 (5)]
19	421.059 (4)	.059 (2)	—	—	—	.059 (3)	.059 (2)	.059 (8) **Fe**
20	421.218 (2)	.235 (1)	—	—	—	.227 (2)	—	.211 (6)
21	421. —	—	—	—	—	—	.290 (1)	.288 (6)
22	421.373 (2)	.398 (2)	—	—	—	.386 (2)	.397 (2)	.385 (6) **Fe**
23	421. —	.574 (6)	—	—	—	.574 (6)	.574 (5)	.574 (9) **Sr**
24	421.610 (6)	—	—	—	—	.610 (6)	—	.610 [.574 (9) **Sr**, .645 (6) **Fe**]
25	421. —	—	—	—	—	—	.638 (3)	.645 (6) **Fe**
26	421.756 (3)	.774 (2)	—	—	—	.765 (3)	.757 (3)	.762 [.744 (6), .780 (6) **Fe**]
27	421. —	—	—	—	—	—	.868 (1)	.854 (5)
28	421.961 (4)	.941 (1)	—	—	—	.951 (3)	.960 (3)	.959 (8) **Fe, Ni**
29	422. —	.032 (2)	—	—	—	.032 (2)	—	.028 (4)
30	422.058 (3)	.068 (1)	—	—	—	.063 (2)	.053 (2)	.059 (5) **Fe**
31	422.152 (2)	—	—	—	—	.152 (2)	—	.174 (5) **Ni**
32	422.245 (3)	.245 (2)	—	—	—	.245 (3)	.245 (2)	.245 (7) **Fe**
33	422.357 (1)	—	—	—	—	.357 (1)	.362 (1)	.358 [.336 (5), .380 (6)]
34	422.442 (2)	.451 (2)	—	—	—	.447 (2)	.459 (2)	.443 (5) **Fe**
35	422.548 (6)	.557 (1)	—	—	—	.553 (4)	.570 (1)	.569 (6) **Fe**
36	422. —	.711 (6)	—	—	—	.711 (6)	.700 (6)	.700 (10) **Ca**
37	422. —	—	—	—	—	—	.755 (3)	.767 (7) **Fe**
38	422.827 (6)	—	—	—	—	.827 (6)	—	.817 (4)
39	422.972 (4)	.990 (4)	—	—	—	.981 (4)	.991 (3)	.991 [.972 (5) **Fe**, .009 (6)]
40	423.072 (2)	—	—	—	—	.072 (2)	—	.082 (4)
41	423. —	—	—	—	—	—	.116 (1)	.129 (6) **Ni**
42	423.192 (2)	—	—	—	—	.192 (2)	.186 (1)	.191 (5)
43	423.289 (3)	—	—	—	—	.289 (3)	—	.307 (4)
44	423. —	.363 (5)	—	—	—	.363 (5)	.356 (3)	.366 [.345 (6), .387 (7) **Fe**]
45	423.540 (2)	.532 (3)	—	—	—	.536 (3)	.536 (1)	.550 (6) **Ni**
46	423.621 (5)	.621 (4)	—	—	.621 (3)	.621 (4)	.621 (5)	.621 (9) **Fe**
47	423.723 (3)	.735 (2)	—	—	.748 (2)	.735 (2)	.733 (3)	.745 (7) **Fe**
48	423.818 (1)	.825 (1)	—	—	—	.822 (1)	.818 (1)	.832 (6) **Fe**
49	423.913 (2)	.901 (1)	—	—	.904 (2)	.906 (2)	.904 (2)	.910 (7) **Fe**
50	424.010 (3)	.007 (2)	—	—	.012 (2)	.010 (2)	.993 (2)	.011 (7) **Fe, Ni**
51	424.073 (1)	.068 (1)	—	—	—	.071 (1)	.073 (1)	.068 (6) **Ca**
52	424. —	.117 (1)	—	—	.095 (2)	.106 (2)	—	.103 (5)
53	424.273 (3)	.265 (3)	—	—	.283 (3)	.274 (3)	.265 (3)	.282 [.265 (5) **Ba**, .298 (5) **Fe**]
54	424.374 (3)	—	—	—	—	.374 (3)	.374 (3)	.367 (7) **Fe**
55	424. —	.394 (3)	—	—	.403 (3)	.399 (3)	—	.390 [.367 (7) **Fe**, .413 (4) **Fe**]

Digitized by Google

Nr.	α *Bootis*	α *Aurigae*	β *Gemin.*	α *Tauri*	α *Arietis*	Mittel	Normal-Spectrum der Sonne	⊙
	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	
56	424.559 (3)	.559 (3)	—	—	.559 (4)	.559 (3)	.559 (3)	.559 (7) **Fe**
57	424.644 (1)	.634 (1)	—	—	—	.639 (1)	.631 (1)	.636 (6) **Fe**
58	424.715 (2)	.739 (2)	—	—	—	.727 (2)	.720 (2)	.714 (7)
59	424.756 (2)	—	—	—	.779 (2)	.768 (2)	.774 (3)	.772 (8) **Fe**
60	424.804 (3)	.793 (1)	—	—	—	.799 (2)	—	?
61	424.888 (3)	.881 (2)	—	—	.864 (2)	.878 (2)	.877 (2)	.888 [.860 (6) **Fe**, .916 (5)]
62	425.049 (2)	.042 (1)	—	—	—	.046 (2)	.033 (3)	.045 (8) **Fe**
63	425. —	.079 (4)	—	—	.079 (4)	.079 (4)	—	.079 [.045 (8) **Fe**, .113 (9) **Fe**]
64	425.113 (4)	—	—	—	—	.113 (4)	.113 (4)	.113 (9) **Fe**
65	425.266 (2)	.282 (1)	—	—	.268 (2)	.272 (2)	—	.264 (3)
66	425.468 (5)	.468 (4)	—	—	.468 (5)	.468 (5)	.468 (5)	.468 (9) **Cr, Ni**
67	425. —	—	—	—	—	—	.617 (2)	.621 (5)
68	425.648 (3)	.662 (2)	—	—	.631 (3)	.647 (3)	—	.638 [.621 (5), .655 (5)]
69	425.878 (4)	.887 (4)	—	—	.902 (3)	.889 (4)	.889 (2)	.880 [.860 (5) **Fe**, .900 (5) **Fe**]
70	426.084 (6)	.084 (6)	—	—	.084 (6)	.084 (6)	.084 (6)	.084 (9) **Fe**
71	426.205 (2)	—	—	—	—	.205 (2)	—	.198 (5)
72	426. —	.243 (3)	—	—	—	.243 (3)	.229 (2)	.233 (5)
73	426.355 (1)	.367 (1)	—	—	—	.361 (1)	—	.353 (5)
74	426.471 (2)	.489 (2)	—	—	.514 (2)	.491 (2)	.493 (2)	.488 [.463 (5) **Fe**, .513 (5)]
75	426.731 (2)	.742 (1)	—	—	—	.737 (2)	.744 (2)	.735 (5) **Fe**
76	426.833 (4)	.832 (3)	—	—	.851 (2)	.839 (3)	.851 (3)	.833 [.814 (6) **Fe**, .851 (4)]
77	426.921 (1)	—	—	—	—	.921 (1)	—	.912 (5) **Fe, Ni**
78	427.028 (2)	.055 (2)	—	—	.028 (2)	.037 (3)	.038 (3)	.039 [.019 (5), .059 (4)]
79	427. —	—	—	—	.151	.151	—	.154 (8) **Fe**
80	427.217 (6)	.217 (6)	—	—	— (6)	.217 (6)	.217 (6)	.217 (9) **Fe**
81	427. —	—	—	—	.312	.312	—	.309 [.287 (3), .330 (3) **Li?**]
82	427.404 (2)	.410 (2)	—	—	.418 (2)	.411 (2)	.412 (1)	.402 [.378 (6), .425 (6) **Fe**]
83	427. —	—	—	.459	—	.459	—	.462 (3)
84	427.521 (5)	.521 (3)	—	—	—	.521 (4)	.521 (3)	.521 (7)
85	427. —	—	—	—	.556 (5)	.556 (5)	—	.556 [.521 (7), .591 (6) **Fe**]
86	427.610 (2)	.595 (2)	—	.596	—	.600 (2)	.597 (3)	.591 (6) **Fe**
87	427.714 (2)	—	—	—	.710 (2)	.712 (2)	—	.710 (4) **Fe**
88	427. —	.757 (2)	—	—	—	.757 (2)	—	.757 [.744 (4), .770 (4) **Mn**]
89	427.790 (2)	—	—	.786 (4)	.792 (3)	.789 (3)	.802 (1)	.786 [.770 (4) **Mn**, .802 (5) **Fe**]
90	428.023 (3)	—	—	.013	.038	.025 (3)	.013	.020 (5) **Fe**
91	428. —	.081 (3)	—	— (5)	— (4)	.081 (4)	— (3)	.087 (5) **Fe**
92	428.179 (2)	—	—	.198	.182	.186 (2)	.155	.142 (5) **Mn**
93	428. —	—	—	.271	—	.271	—	.287 (5) **Fe, Mn**
94	428.316 (5)	.310 (2)	—	— (6)	.331 (5)	.319 (4)	.325 (3)	.322 (3) **Ca, Ba**
95	428. —	—	—	.380	—	.380	—	?
96	428.459 (2)	.474 (2)	—	—	—	.467 (2)	.450	.467 (5) **Ni**
97	428. —	—	—	—	.507 (3)	.507 (3)	— (2)	.524 (5)
98	428.641 (4)	.635 (2)	—	.644 (3)	.648 (2)	.642 (3)	— (2)	.642 [.631 (6), .652 (6)]
99	428. —	—	—	—	—	—	.739	.744 (5) **Fe, Mn**
100	428.843 (3)	.842 (2)	—	.829 (4)	.856 (2)	.843 (3)	.850 (2)	.842 (5) **Ni**
101	428.935 (2)	—	—	.944	—	.940 (2)	—	.937 [.920 (3), .954 (4) **Fe, Ca**]
102	429.024 (6)	.024 (5)	—	— (6)	.024 (5)	.024 (5)	.024 (4)	.024 (6) **Mn**
103	429. —	—	—	.083	—	.083	—	.077 (5) **Fe**
104	429.163 (4)	.162 (2)	—	.163	—	.163 (3)	.157 (4)	.155 [.145 (6) **Fe, Ba**, .165 (5)]
105	429. —	—	—	— (4)	.182 (3)	.182 (3)	—	.184 [.165 (5), .202 (5) **Fe**]
106	429.260 (3)	.270 (2)	.278 (4)	.267	.271 (3)	.269 (3)	.269 (3)	.261 (6) **Fe**
107	429.356 (1)	—	.376 (3)	—	—	.366 (2)	.359 (2)	.360 (6)
108	429.464 (5)	.464 (4)	.464 (5)	.464 (6)	.464 (5)	.464 (5)	.464 (4)	.464 (6) **Fe**

Digitized by Google

Nr.	α *Bootis*	α *Aurigae*	β *Gemin.*	α *Tauri*	α *Arietis*	Mittel	Normal-Spectrum der Sonne	⊙
	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	
109	429.547 (2)	.552 (2)	.568 (4)	—	.565 (3)	.558 (3)	.565 (3)	.566 (5)
110	429.649 (2)	—	.648 (4)	.647 (2)	.665 (2)	.652 (3)	—	.652 [.633 (4) **Ni**, .671 (3)]
111	429.743 (2)	.737 (2)	.749 (4)	.737 (2)	.756 (4)	.744 (3)	.751 (3)	.751 (5)
112	429. —	—	—	.831 (2)	—	.831 (2)	—	.828 (3)
113	429.850 (2)	.852 (1)	.856 (3)	—	.852 (3)	.853 (2)	.849 (2)	.858 (5) **Fe, Zn, Ni**
114	429. —	—	—	.938 (4)	—	.938 (4)	—	.939 [.926 (6) **Ca**, .951 (6)]
115	429.951 (5)	.951 (4)	.951 (5)	—	.951 (5)	.951 (5)	.951 (5)	.951 (6)
116	430. —	.033 (2)	—	—	—	.033 (2)	.040 (4)	? .060 (5) **Mn**
117	430.154 (3)	.138 (2)	.180 (5)	.160	.149	.156 (3)	.146 (4)	.162 (5)
118	430.232 (3)	—	.255 (5)	—	.266	.251 (4)	—	.256 [.237 (4), .275 (5) **Fe, Ca**]
119	430.295 (3)	.294 (2)	—	.295 (4)	— (5)	.295 (3)	.295 (5)	.295 [.275 (5) **Fe, Ca**, .314 (6)]
120	430.332 (2)	—	—	—	—	.332 (2)	—	.341 (3)
121	430. —	—	—	—	.420	.420	.416 (3)	.432 (6)
122	430.497 (2)	—	.516 (5)	—	—	.507 (4)	.500 (3)	.505 (5) **Fe**
123	430.638 (4)	.618 (3)	—	.644 (4)	.628 (4)	.632 (4)	.613 (4)	.617 [.591 (6) **Mn**, .643 (5)]
124	430.725 (1)	—	—	—	—	.725 (1)	.717 (3)	.727 (6)
125	430.840 (5)	.840 (4)	.840 (6)	.840 (6)	.840 (6)	.840 (5)	.840 (6)	.840 (8) **Fe, Sr, Bi**
126	430. —	—	—	—	—	—	.952 (4)	.955 (6)
127	431.009 (2)	.004 (2)	—	.998 (2)	.980 (4)	.998 (3)	—	.990 (5)
128	431. —	—	—	—	—	—	.200 (5)	
129	431.323 (3)	.338 (4)	.338 (5)	.324 (4)	.331 (4)	.331 (4)	.338 (4)	.338 (6)
130	431.466 (2)	.476 (2)	.458 (4)	.462 (5)	.462 (4)	.465 (3)	.469 (3)	.472 [.462 (7) **Mn**, .482 (7)]
131	431.544 (5)	.550 (4)	.552 (5)	.564	.548 (4)	.552 (5)	.556 (4)	.556 (8) **Fe**
132	431.749 (2)	.751 (2)	.754 (3)	.744 (2)	.752 (3)	.750 (2)	—	.757 [.732 (4), .757 (3), .783 (3)]
133	431.913 (3)	.913 (2)	.913 (3)	.913 (3)	.913 (3)	.913 (3)	.913 (3)	.913 (7) **Sr**
134	432.120 (4)	.117 (4)	.123 (4)	.130 (3)	.117 (4)	.121 (4)	.122 (3)	.123 (5) **Fe**
135	432.217 (1)	.220 (1)	.220 (2)	.229 (2)	—	.222 (2)	.220 (2)	.220 (4) **Fe**
136	432.357 (3)	—	.378 (4)	.377 (3)	.374 (4	.372 (4)	.350 (4)	.361 [.347 (4) **Mn**, .374 (4)]
137	432.390 (4)	.383 (2)	—	—	— (3)	.387 (3)	—	.388 [.374 (4), .402 (3)]
138	432.438 (2)	—	—	—	.437	.438 (2)	.447 (4)	.432 (5)
139	432. —	.555 (1)	.531	.534	.542 (5)	.541 (3)	.541 (2)	.543 (7) **Ba**
140	432.622 (6)	.622 (5)	—	—	.622 (6)	.622 (6)	.622 (6)	.622 (10) **Fe, Mn**
141	432. —	—	.670	— (6)	—	.670	—	.698 [.676 (3) **Sr, Mn**, .720 (5) **Fe**]
142	432.739 (2)	.730 (1)	.749 (2)	.756	—	.744 (2)	.735 (2)	.751 (6) **Fe**
143	432.833 (2)	—	.845 (3)	.843 (2)	.838 (2)	.840 (2)	.829 (2)	.834 (7) **Fe**
144	433.083 (2)	.068 (1)	.053 (2)	.068 (2)	.068 (4)	.068 (2)	.068 (2)	.068 (4)
145	433. —	—	.103 (2)	.134 (1)	—	.119 (2)	—	.115 (4) **Ni**
146	433.194 (2)	—	.207 (1)	.205 (1)	—	.202 (1)	.202 (1)	.199 (5)
147	433.306 (3)	.306 (2)	.318 (2)	.309 (3)	.296 (3)	.307 (3)	.313 (1)	.311 [.297 (4) **Ba**, .325 (4)]
148	433.419 (2)	.426 (2)	.426 (2)	.431 (3)	.418 (3)	.424 (2)	.424 (1)	.415 (4)
149	433.515 (1)	—	.529 (1)	.529 (1)	.508 (1)	.520 (1)	—	.506 (3)
150	433. —	—	—	—	.695 (5)	.695 (5)	—	.704 (3)
151	433.735 (4)	.735 (4)	.735 (4)	.735 (5)	—	.735 (4)	.735 (4)	.735 (6) **Fe**
152	433.980 (3)	.963 (1)	.988 (3)	—	—	.977 (2)	.972 (1)	.972 (5) **Ni**
153	434.071 (6)	.071 (6)	.071 (6)	.071 (6)	.071 (6)	.071 (6)	.071 (6)	.071 (9) **Hγ**
154	434. —	—	.163 (3)	.172 (1)	—	.168 (2)	—	.158 (5) **Ni**
155	434.227 (3)	—	—	.235 (2)	—	.231 (3)	—	.247 (1) **?**
156	434.351 (3)	.341 (2)	.352 (3)	.348 (2)	.360 (3)	.350 (3)	.333 (2)	.349 (5) **Fe, Cr**
157	434.469 (3)	.469 (3)	.469 (3)	.469 (4)	.469 (3)	.469 (3)	.469 (2)	.469 [.458 (5), .479 (5) **Fe**]
158	434.667 (3)	.660 (2)	.673 (2)	.643 (3)	.651 (3)	.659 (3)	.684 (2)	.655 (3) **Mn**
159	434.816 (3)	.829 (2)	.831 (2)	.804 (3)	.801 (3)	.816 (3)	.827 (1)	.818 (5) **Fe**
160	435. —	—	.117 (3)	.098	.089	.101 (3)	.109 (1)	.116 (3)
161	435.137 (1)	.134 (1)	—	—	—	.136 (1)	—	.137 (4)

Digitized by Google

Nr.	α Bootis	α Aurigae	β Gemin.	α Tauri	α Arietis	Mittel	Normal-Spectrum der Sonne	⊙
	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	
162	435.223 (5)	.223 (4)	.223 (4)	.223 (5)	.223 (6)	.223 (5)	.223 (5)	.223 (7) **Mg**
163	435.326 (4)	.306 (2)	.323 (4)	.314 (3)	.317 (3)	.317 (3)	.312 (3)	.312 (6) **Fe**
164	435. —	—	—	.450 (2)	—	.450 (2)	—	.462 (3)
165	435.506 (1)	.506 (2)	.498 (2)	—	.497 (2)	.502 (2)	.481 (1)	.495 (4)
166	435. —	—	—	.555 (1)	—	.555 (1)	.553 (1)	.546 (5) **Ca**
167	435.649 (2)	.643 (1)	.637 (2)	.641 (1)	.660 (2)	.646 (2)	.663 (1)	.639 [.609 (4) **Ni**, .637 (4) **Cr**,
168	435.899 (3)	.897 (2)	.905 (4)	.900 (2)	.888 (4)	.898 (3)	.907 (3)	.891 (6) **Fe, Cr** [.671 (4) **Mn**]
169	436.001 (4)	.001 (3)	.001 (4)	.001 (2)	.001 (3)	.001 (3)	.001 (3)	.001 (7) **Zr, Cr, Ni, Mn**
170	436.119 (2)	—	.108 (1)	.123 (2)	.108 (3)	.115 (2)	—	.121 (5) **Fe, Cr**
171	436. —	—	—	—	.314	.314	—	.321 (3) **Fe, Cr**
172	436.368 (3)	.369 (1)	.364 (1)	.368 (3)	— (3)	.367 (2)	.356 (1)	.363 (5)
173	436.458	—	.455 (1)	—	.454	.456 (1)	.457 (2)	.456 (6) **Cr**
174	436. —	—	—	.605	.621 (2)	.613 (2)	—	.614 [.594 (4), .634 (5) **Fe, Cr**]
175	436.672 (3)	.655 (1)	—	.662 (1)	—	.663 (2)	—	.667 [.634 (5) **Fe, Cr**, .700 (6)]
176	436. —	—	.697 (1)	.693	—	.695 (1)	.695 (2)	.700 (6)
177	436.821 (5)	.821 (4)	.821 (5)	.821 (5)	.821 (5)	.821 (5)	.805 (4)	.821 [.805 (7) **Fe**, .836 (5) **Fe, Cr**]
178	437.012 (4)	.000 (3)	.012 (4)	.015 (3)	.011 (4)	.010 (4)	.005 (3)	.005 [.988 (4) **Cr**, .022 (6) **Fe, Ni**]
179	437.160 (4)	.160 (3)	.160 (5)	.160 (4)	.160 (4)	.160 (4)	.160 (3)	.160 [.145 (6) **Cr**, .175 (6)]
180	437.326 (1)	—	.343 (1)	—	—	.335 (1)	.325 (1)	.323 (5) **Fe, Cr**
181	437. —	.370 (1)	—	.367 (2)	—	.369 (2)	—	.375 (4) **Cr**
182	437. —	.497 (3)	.501 (1)	—	—	.499 (2)	.493 (2)	.492 (6) **Fe**
183	437. —	.620 (4)	—	—	.621 (5)	.621 (5)	—	.621 [.603 (4), .638 (6) **Fe**]
184	437.638 (4)	—	.638 (3)	.638 (4)	—	.638 (4)	.638 (3)	.638 (6) **Fe**
185	437.795 (1)	.789 (1)	.774 (1)	—	.766 (2)	.781 (1)	.778 (1)	.769 (5) **Fe, Cr**
186	437.970 (3)	.972 (2)	.954 (2)	.956 (3)	.962 (2)	.963 (2)	.965 (1)	.968 (6)
187	438.112 (3)	.111 (2)	.105 (2)	.115 (1)	.107 (3)	.110 (2)	.121 (2)	.118 (5) **Cr**
188	438. —	—	—	.275	.294	.285	—	.293 (3) **Cr, Mn**
189	438. —	—	.356 (6)	—	.365	.361 (6)	—	.361 [.347 (4), .375 (5) **Cr**]
190	438.409 (6)	.396 (6)	.420 (6)	—	—	.408 (6)	.396 (6)	.409 [.396 (8) **Fe**, .421 (6)]
191	438.540 (4)	.549 (4)	.541 (6)	—	—	.543 (5)	.544 (4)	.544 [.512 (6) **Fe, Cr**, .550 (6),
192	438. —	—	—	.577	.572	.575	—	.576 (6) **Fe** [.576 (6) **Fe**
193	438.732 (1)	.749 (2)	.736 (1)	.710 (1)	—	.732 (1)	.717 (2)	.734 [.724 (5) **Cr**, .743 (5) **Cr**]
194	438. —	.880 (1)	.886 (1)	.880 (1)	—	.882 (1)	.880	.880 (6) **Fe**
195	439.036 (2)	.043 (1)	.017 (2)	.030 (2)	—	.032 (2)	.030 (2)	.032 (5)
196	439. —	—	.125 (1)	—	—	.125 (1)	.131	.134 (6) **Fe, Cr, Ti**
197	439.228 (3)	.213 (2)	.215 (2)	.220 (3)	.217 (2)	.219 (2)	.208 (2)	.208 (5) **Cr**
198	439.415 (2)	.395 (2)	.399 (3)	.395 (2)	.380 (3)	.397 (2)	.405 (2)	.411 [.382 (4) **Cr**, .440 (5) **Cr**]
199	439.546 (5)	.546 (4)	.546 (4)	.546 (6)	.546 (6)	.546 (5)	.546 (4)	.546 [.533 (7) **Fe, Cr**, .558 (5) **Cr**]
200	439. —	—	—	—	—	—	.749 (1)	.758 (4) **Cr**
201	439.855 (1)	.835 (1)	.850 (1)	.824 (1)	.849 (1)	.843 (1)	—	.830 (4) ?
202	439. —	—	—	—	—	—	.879 (1)	.895 (4) **Ni**
203	440.000 (2)	.000 (3)	.000 (2)	.000 (1)	.000 (3)	.000 (2)	.000 (3)	.000 (6) **Cr, Ni**
204	440.081 (3)	—	—	—	—	.081 (3)	—	.069 (6) **Cr**
205	440.181 (3)	—	.184 (3)	.191 (4)	.180 (5)	.184 (4)	.178 (4)	.168 (6) **Fe, Ni**
206	440.349 (2)	.321 (2)	.350 (2)	—	.348 (2)	.342 (2)	.345 (2)	.339 (5)
207	440. —	.477 (5)	—	—	—	.477 (5)	—	.477 [.454 (5), .499 (8) **Fe**]
208	440.499 (6)	—	.499 (6)	—	.499 (6)	.499 (6)	.499 (6)	.499 (8) **Fe**
209	440.684 (1)	.659 (1)	.689 (1)	.687	.685 (1)	.681 (1)	.677 (1)	.681 (6) **Cr**
210	440.791 (2)	.772 (1)	.782	.781	—	.782 (2)	.779 (2)	.785 (6) **Fe, Cr** [.864 (6) **Fe**]
211	440. —	—	—	—	.822	.822	—	.825 [.785 (6) **Fe**, .837 (4) **Cr, Mn**,
212	440. —	—	—	.850	—	.850	—	.851 [.837 (4) **Mn, Cr**, .864 (6) **Fe**,
213	440.864 (3)	.864 (3)	.864 (3)	—	—	.864 (3)	.864 (3)	.864 (6) **Fe, Cr** [**Cr**]
214	440. —	.932 (1)	.933	—	.920	.928 (1)	—	.932 (4)
215	440.954 (2)	—	—	.976	—	.965 (2)	—	.965 (4) **Cr**

Digitized by Google

Nr.	α *Bootis*	α *Aurigae*	β *Gemin.*	α *Tauri*	α *Arietis*	Mittel	Normal-Spectrum der Sonne	⊙
	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	
216	441. —	—	—	.059 (1)	.076 (1)	.068 (1)	—	.067 (4) **Cr, Mn, Ni**
217	441.105 (1)	.097 (1)	.122 (1)	.141 (1)	—	.116 (1)	—	.121 (5) **Cr**
218	441.236 (4)	.241 (1)	.223 (3)	.235 (5)	.229 (3)	.233 (3)	.215 (1)	.235 (4) **Cr**
219	441.535 (6)	.535 (5)	.535 (6)	.535 (6)	.535 (6)	.535 (6)	.535 (6)	.535 [.510 (8) **Fe, Mn**, .559 (6) **Fe**]
220	441.676 (2)	.686 (1)	.667 (1)	.668 (1)	.676 (1)	.675 (1)	—	.668 [.648 (4), .687 (5) **Cr**]
221	441.775 (1)	.764 (1)	.772 (1)	.781 (2)	—	.773 (1)	.752 (1)	.779 (6) **Ni**
222	441. —	.865 (1)	—	.889 (2)	—	.877 (2)	—	?
223	442.032 (1)	.046 (1)	.032 (1)	.030 (2)	—	.035 (1)	—	.033 (3)
224	442.172 (2)	.189 (1)	.165 (2)	.174 (3)	.163 (2)	.173 (2)	.172 (1)	.170 (3) **Cr**
225	442. —	—	.269 (3)	—	—	.269 (3)	—	.269 (6) **Fe, Cr** [Ni, Cr]
226	442.305 (3)	.285 (3)	—	.289 (3)	.292 (3)	.293 (3)	.298 (2)	.301 [.269 (6) **Fe, Cr**, .332 (5) **Fe**,
227	442. —	.423 (2)	.415 (2)	—	.421 (2)	.420 (2)	.425 (1)	.420 [.398 (5) **Fe, Cr**, .442 (5)]
228	442.444 (3)	—	.454 (3)	.438 (3)	—	.445 (3)	—	.442 (5)
229	442. —	.563 (3)	.563 (3)	.563 (5)	.563 (4)	.563 (4)	.563 (3)	.563 (7) **Ca**
230	442.592 (4)	—	—	—	—	.592 (4)	—	.592 [.563 (7) **Ca**, .621 (4)]
231	442. —	—	—	—	.723 (5)	.723 (5)	—	.723 [.699 (4), .746 (7) **Fe**]
232	442.755 (4)	.743 (3)	.743 (4)	.740 (4)	—	.745 (4)	.745 (3)	.746 (7) **Fe**
233	442.879 (1)	—	.852 (2)	—	—	.866 (2)	.872 (1)	.881 (5) **Cr**
234	443. —	.030 (4)	.030 (4)	—	.030 (5)	.030 (4)	—	.030 (6) **Fe, Cr**
235	443.060 (5)	—	—	.060 (5)	—	.060 (5)	.060 (3)	.060 [.030 (6) **Fe**, .089 (6) **Fe**]
236	443. —	—	—	—	—	—	.238 (1)	.242 (4) **Cr**
237	443. —	.379 (1)	.381 (1)	.381 (1)	.369 (2)	.378 (1)	.360 (1)	.382 [.353 (6) **Fe, Cr**, .411 (5) **Fe**,
238	443.417 (3)	—	—	.428 (3)	—	.423 (3)	—	.411 (5) **Fe, Cr, Mn** [Cr, Mn]
239	443. —	.533 (3)	.533 (3)	.533 (4)	.533 (3)	.533 (3)	.533 (3)	.533 (8) **Ca**
240	443.566 (4)	—	—	—	—	.566 (4)	—	.566 [.533 (8) **Ca**, .599 (6) **Ca**]
241	443.695 (2)	.700 (1)	—	—	—	.698 (2)	—	.696 [.662 (5) **Mn**, .729 (5) **Fe, Ni**]
242	443. —	.803 (1)	—	—	.809 (2)	.806 (2)	—	.803 (4) **Sr, Cr, Ni**
243	443.843 (3)	—	.833 (2)	.826 (4)	—	.834 (3)	—	.836 [.803 (4) **Sr**, .869 (4) **Fe, Cr**]
244	444.030 (1)	—	—	—	.069	.050 (1)	—	.049 [.022 (4) **Fe, Mn**, .076 (4) **Fe**]
245	444. —	.092 (1)	.103 (2)	.093	—	.096 (2)	—	.105 [.076 (4) **Fe, Ni**, .132 (4) **Fe**]
246	444. —	.270 (1)	—	—	.270 (2)	.270 (2)	.270 (1)	.270 (6) **Fe, Cr**
247	444.340 (2)	—	—	.342	—	.341 (2)	—	.339 [.320 (4), .357 (5) **Fe**]
248	444. —	.436 (1)	—	.442	.433 (2)	.437 (2)	.426 (1)	.437 [.418 (6), .455 (4) **Cr**]
249	444.455 (3)	—	.459 (3)	—	—	.457 (3)	—	.455 (4) **Cr**
250	444.591 (1)	.578 (1)	.581 (1)	.568 (1)	—	.580 (1)	—	.585 (4) **Fe**
251	444. —	.701 (2)	.712 (2)	—	—	.707 (2)	—	.721 (5) **Fe**
252	444.732 (2)	—	—	—	.755 (3)	.744 (3)	.751 (2)	.751 (5) **Mn**
253	444.812 (3)	.782 (2)	.812 (2)	.812 (4)	—	.805 (3)	—	.812 (6) **Fe**
254	444.964 (1)	.950 (2)	.946 (2)	.926 (2)	.935 (1)	.944 (2)	.941 (4)	.951 (5) **Mn**
255	445.081 (3)	.081 (3)	.081 (3)	.081 (3)	.081 (3)	.081 (3)	.081 (2)	.081 (6) **Fe**
256	445.207 (2)	—	.179 (1)	.199 (2)	—	.195 (2)	.194 (1)	.196 (5) **Mn**
257	445. —	—	.306 (1)	—	—	.306 (1)	—	.316 [.296 (4), .335 (5) **Mn**]
258	445.349 (2)	.327 (1)	—	.331 (3)	.344 (1)	.338 (2)	.327 (1)	.335 (5) **Mn**
259	445. —	—	.496 (4)	.496 (4)	—	.496 (4)	.496 (4)	.496 [.476 (5) **Fe**, .516 (6) **Ca**]
260	445.516 (4)	.516 (4)	—	—	.516 (5)	.516 (4)	—	.516 (6) **Ca, Mn**
261	445. —	—	—	—	—	—	.635 (1)	.624 (6) **Ca**
262	445.655 (1)	—	.673 (1)	—	—	.664 (1)	—	.669 (4) **Fe**
263	445.779 (1)	—	.789 (2)	.776 (1)	—	.781 (1)	.775 (1)	.787 (6) **Mn**
264	445. —	—	—	—	—	—	.850 (1)	.853 (5) **Mn, Cr**
265	445.957 (3)	.952 (2)	.932 (3)	.930 (2)	.949 (1)	.944 (2)	.947 (2)	.945 (6) **Fe, Cr**
266	446.066 (1)	—	.045 (1)	—	—	.056 (1)	—	.066 (5) **Mn, Cr**
267	446.198 (5)	.195 (4)	.198 (3)	.198 (4)	.218 (5)	.201 (4)	.198 (2)	.198 (5) **Fe**
268	446.373 (2)	—	—	.353 (2)	—	.363 (2)	.366 (1)	.375 (4) **Ni, Cr**

Digitized by Google

Nr.	α *Bootis*	α *Aurigae*	β *Gemin.*	α *Tauri*	α *Arietis*	Mittel	Normal-Spectrum der Sonne	⊙
	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	
269	446.480 (3)	—	.485 (3)	.486 (4)	.493 (2)	.486 (3)	.487 (3)	.493 [.477 (5) **Mn, Cr**, .508 (5) **Cr**]
270	446.517 (3)	.502 (3)	—	—	—	.510 (3)	—	.508 (5 **Cr**
271	446.684 (3)	—	.684 (3)	.684 (3)	.684 (2)	.684 (3)	.684 (3)	.684 (6) **Fe**
272	446. —	.704 (3)	—	—	—	.704 (3)	—	.704 [.684 (6) **Fe**, .724 (5) **Ba, Ni**]
273	446.870 (2)	.885 (2)	.881 (1)	.874 (2)	—	.878 (2)	.869 (1)	.879 (6)
274	446.971 (2)	.978 (3)	.962 (3)	.960 (3)	.963 (2)	.967 (3)	.965 (2)	.964 (6) **Fe**
275	447.176 (2)	.153 (1)	.183 (2)	.176 (3)	.140 (1)	.167 (2)	—	.172 [.151 (4), .193 (3)]
276	447.305 (4)	.305 (3)	.305 (3)	.295 (3)	.305 (3)	.303 (3)	.305 (2)	.305 (6) **Mn, Cr**
277	447.504 (2)	.494 (1)	.492 (2)	.507 (2)	.477 (1)	.495 (2)	—	.496 (3)
278	447.627 (2)	.627 (2)	.627 (2)	.627 (3)	.627 (3)	.627 (2)	.627 (3)	.627 (6) **Fe, Cr**
279	447. —	—	—	.729 (1)	—	.729 (1)	—	?
280	448.010 (4)	.005 (2)	.019 (3)	.011 (3)	.004 (3)	.010 (3)	.001 (1)	.006 [.981 (5) **Fe**, .030 (5) **Fe, Cr**]
281	448.141 (2)	.165 (1)	.166 (1)	.148 (1)	.145 (1)	.153 (1)	.153 (2)	.159 [.141 (5), **Mg**, .177 (4) **Fe, Cr**]
282	448.268 (4)	.268 (3)	.268 (4)	.268 (6)	.268 (3)	.268 (4)	.268 (2)	.268 [.237 (7) **Fe, Cr**, .299 (5) **Fe,** [**Cr**]
283	448.443 (2)	.431 (2)	.446 (1)	.447 (2)	.445 (2)	.442 (2)	.441 (2)	.447 (5) **Fe**
284	448.601 (2)	.613 (1)	.609 (2)	.611 (1)	—	.609 (2)	.612 (2)	.592 (5) **Fe**
285	448.843 (2)	.830 (1)	.859 (1)	—	—	.844 (1)	—	.847 (5) **Fe**
286	448.945 (3)	—	—	—	—	.945 (3)	—	.937 (5) **Fe, Ba**
287	448. —	.995 (2)	.999 (2)	.988 (3)	.992 (2)	.994 (2)	.985 (2)	.995 (5) **Fe**
288	449.024 (2)	—	—	—	.057	.041 (2)	—	.035 (5) **Fe, Mn**
289	449.293 (2)	—	—	.279 (2)	—	.286 (2)	.290 (1)	.290 (4) **Fe, Bi**
290	449.477 (4)	.477 (4)	.477 (4)	.477 (5)	.477 (4)	.477 (4)	.477 (3)	.477 (6) **Fe**
291	449.660 (3)	.672 (2)	—	.664 (4)	.669 (2)	.666 (3)	.662 (1)	.670 [.627 (5), .670 (1) **Mn**, .713
292	449.798 (1)	—	—	.782 (1)	—	.790 (1)	—	.791 (4) [(5) **Fe, Cr, Zr**]
293	449.917 (3)	.914 (3)	.915 (3)	.908 (2)	.915 (3)	.914 (3)	.920 (2)	.908 (5) **Mn, Cr**
294	450. —	—	.150 (3)	.150 (5)	—	.150 (4)	.150 (3)	.150 (6) **Ti**
295	450.175 (5)	.175 (4)	—	—	—	.175 (5)	—	.175 [.150 (6) **Ti**, .199 (3) **Ni, Cr**]
296	450. —	—	—	—	.199 (3)	.199 (3)	—	.199 (3) **Ni, Cr**
297	450. —	—	—	.381 (2)	—	.381 (2)	—	.400 (3) **Mn**
298	450.511 (2)	.495 (1)	—	.518 (2)	.519 (1)	.511 (2)	.504 (1)	.507 (5) **Fe, Cr**
299	450.697 (2)	.702 (1)	—	.717 (3)	—	.705 (2)	—	.701 (3) **Cr**
300	450. —	.871 (2)	—	.853	—	.862 (2)	.853 (2)	.853 (5) **Fe**
301	450. —	—	—	.958 (2)	—	.958 (2)	—	.952 (3)
302	451.316 (2)	—	—	.298 (2)	—	.307 (2)	.297 (1)	.301 (5) **Mn**
303	451.450 (2)	—	—	.443 (2)	—	.447 (2)	.406 (2)	.460 (5) **Fe, Cr**
304	451.563 (3)	.563 (1)	.563 (2)	.563 (2)	—	.563 (2)	.563 (2)	.563 (5) **Fe, Cr**
305	451.840 (5)	.833 (2)	—	.832 (4)	—	.835 (4)	.821 (2)	.829 (4) **Cr**
306	451. —	.872 (3)	.874 (3)	—	.860 (3)	.869 (3)	—	.867 (3) **Fe**
307	452.032 (3)	—	.034 (3)	.022 (4)	.066 (2)	.039 (3)	.058 (2)	.050 (5) **Fe**
308	452.296 (6)	—	.296 (4)	.296 (6)	.296 (4)	.296 (5)	.296 (3)	.296 (6) **Fe**
309	452. —	.331 (4)	—	—	—	.331 (4)	—	.331 [.296 (6) **Fe**, .365 (4) **Fe,**
310	452.523 (3)	.541 (3)	.534 (2)	.525 (2)	—	.531 (3)	.526 (2)	.542 (5) **Fe, Ba, Cr** [**Ba, Mn**]
311	452.673 (2)	—	.672 (2)	.658 (2)	—	.668 (2)	—	.675 (6) **Fe, Cr**
312	452. —	.696 (2)	—	—	—	.696 (2)	.706 (2)	.698 [.675 (6) **Fe**, .721 (5) **Ca**]
313	452.780 (2)	—	—	.759 (1)	—	.770 (2)	—	.763 (5) **Cr**
314	452.894 (4)	.894 (4)	.894 (5)	.894 (3)	.894 (3)	.894 (4)	.894 (4)	.894 (7) **Fe**
315	452.999 (3)	—	—	.991 (1)	—	.995 (2)	.990 (2)	.986 (5) **Fe, Cr, Mn**
316	453.143 (5)	.140 (4)	.133 (5)	.132 (5)	.146 (3)	.136 (4)	.137 (3)	.140 (5) **Fe, Sr, Cr**
317	453.330 (3)	.335 (2)	.339 (2)	.339 (4)	.342 (2)	.340 (3)	.333 (2)	.347 (5) **Fe**
318	453.441 (2)	—	—	—	—	.441 (2)	—	.429 (5) **Ni**
319	453.609 (6)	.609 (4)	—	—	—	.609 (5)	.609 (4)	.609 [.590 (6) **Cr**, .627 (6)]
320	453. —	—	—	.627 (6)	.627 (5)	.627 (6)	—	.627 (6)
321	453.905 (2)	—	—	—	—	.905 (2)	.906 (1)	.907 (4) **Fe**

Digitized by Google

Nr.	α *Bootis*	α *Aurigae*	β *Gemin.*	α *Tauri*	α *Arietis*	Mittel	Normal-Spectrum der Sonne	⊙
	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	
322	454.—	—	—	.093 (4)	—	.093 (4)	—	.090 (5) Cr
323	454.113 (3)	.125 (2)	.121 (2)	—	.147 (2)	.127 (2)	.132 (1)	.135 [.090 (5) Cr, .132 (1) Cr,
324	454.284 (2)	—	.296 (2)	.294 (2)	—	.291 (2)	—	.280 (4) Fe, Cr [.183 (4) Cr]
325	454.521 (3)	.504 (2)	.512 (2)	.517 (3)	.516 (2)	.514 (2)	.496 (1)	.495 (5) Fe, Cr
326	454.743 (2)	.743 (1)	.746 (2)	.727 (3)	—	.740 (2)	.732 (1)	.728 (5) Fe, Ni, Cr
327	454.990 (5)	.990 (5)	.990 (5)	.990 (4)	.990 (4)	.990 (5)	.990 (5)	.990 (6) Fe
328	455.272 (4)	.268 (3)	.293 (3)	.267 (4)	—	.275 (4)	.264 (2)	.281 (5) Fe
329	455.435 (3)	.454 (3)	.456 (3)	.427 (3)	—	.443 (3)	.437 (3)	.434 (6) Ba
330	455.—	—	—	.605 (3)	—	.605 (3)	—	.605 [.576 (4), .633 (5) Fe, Cr]
331	455.633 (3)	.633 (4)	.633 (2)	—	—	.633 (3)	.633 (3)	.633 (5) Fe, Cr
332	455.862 (2)	—	—	.841 (1)	—	.852 (2)	—	.836 (3) Fe, Cr
333	455.—	.913 (2)	—	—	—	.913 (2)	.894 (1)	.896 (4) Cr
334	456.040 (3)	—	—	.025 (2)	—	.033 (3)	—	.038 (4) Fe
335	456.—	.072 (1)	.064 (2)	.079 (3)	—	.072 (2)	—	.074 [.038 (4) Fe, .110 (3)]
336	456.404 (3)	.402 (3)	.420 (2)	.395 (3)	—	.405 (3)	.403 (2)	.407 (5) Ti
337	456.596 (4)	.587 (3)	.587 (2)	.589 (3)	—	.590 (3)	.587 (2)	.587 (6) Fe, Mn, Cr, Ni
338	456.717 (2)	—	.734 (2)	—	—	.726 (2)	—	.720 (5) Fe, Cr
339	456.890 (3)	.933 (3)	.928 (4)	.888 (3)	—	.910 (3)	.911 (2)	.910 (5) Fe
340	457.200 (6)	—	—	.187 (6)	—	.194 (6)	.200 (3)	.200 (3) Fe
341	457.—	.231 (5)	—	—	—	.231 (5)	—	.231 (7) Ti, Cr
342	457.511 (3)	.522 (3)	.492 (2)	.510 (3)	—	.509 (3)	—	.507 (5) Fe
343	457.761 (2)	—	—	—	—	.761 (2)	—	.749 (4) Mn
344	457.906 (2)	.915 (1)	—	.898 (2)	—	.906 (2)	—	.890 (5) Ca, Ti
345	458.047 (3)	.062 (2)	.045 (3)	.052 (2)	—	.052 (3)	.033 (2)	.063 [.038 (5) Fe, .087 (5) Fe, Ni]
346	458.182 (3)	.182 (2)	.182 (3)	.182 (3)	—	.182 (3)	.182 (3)	.182 (8) Fe, Mn
347	458.395 (2)	.438 (1)	.414 (3)	.424 (2)	—	.418 (2)	.400 (2)	.417 (6) Fe, Cr
348	458.646 (4)	—	.634 (3)	.638 (4)	—	.639 (4)	.631 (3)	.644 [.622 (6) Ca, .665 (5)]

Besondere Abweichungen vom Spectrum der Classe IIa.

Sieht man von kleinen Unterschieden ab, welche einzelne Linien in den Sternspectren II*a* gegen das Sonnenspectrum zeigen, und deren Realität in den meisten Fällen sehr zweifelhaft ist, und ferner von denjenigen, welche durch den Uebergang nach III*a* bedingt sind, so bleibt doch noch eine beträchtliche Anzahl von unzweifelhaften Abweichungen übrig, die direct bei der Messung aufgefallen sind. Dieselben betreffen die Sterne: α Persei, α Ursae min., α Tauri, β Ursae min., β Andromedae, α Orionis und β Herculis, und zwar kommen auf α Persei 45 Fälle, α Ursae min. 15, α Tauri und β Ursae min. je 5, β Andromedae und α Orionis je 3 und auf β Herculis 1 Fall. Das Spectrum von α Persei bietet also bei weitem den grössten Unterschied gegen das Sonnenspectrum.

Verzeichniss von Linien des Typus IIa—IIIa, welche vom Sonnenspectrum abweichen.

Nr.	W. L.	Int.	Stern	Bemerkungen	⊙
	μμ				
1	426.237—426.955		α *Persei*	Auf dieser Strecke fehlen mehrere	
2	429.024	6!	α *Persei*	Stärker als in ⊙. [Sonnenlinien.	429.024 (6) Mn
3	430.391	3	α *Persei*	Hier in der Nähe fehlen ⊙-Linien.	
4	430.626	5	α *Persei*	Stärker als in ⊙.	430.591 (6) Mn oder
4a	430.612	4	α *Ursae min.*	Stärker als in ⊙.	430.643 (5)

Digitized by Google

Nr.	W. L.	Int.	Stern	Bemerkungen	⊙
	μμ				
5	430.840	5	α *Persei*	Schwächer als in ⊙.	430.840 (8) Fe, Sr, Bi
5a	430.840	4	α *Ursae min.*	Schwächer als in ⊙.	
6	431.007	—	α *Persei*	Hier fehlt ein ⊙-Band.	
7	431.338	5	α *Persei*	Stärker als in ⊙.	431.338 (6)
7a	431.338	4	α *Ursae min.*	Breiter als in ⊙.	
8	431.734	3	α *Persei*	Stärker als in ⊙, in ⊙ nicht.	431.732 (4)
8a	431.744	2	α *Tauri*	Stärker als in ⊙.	
9	432.138	6!	α *Persei*	Viel stärker als in ⊙.	432.123 (5) Fe oder
9a	432.124	6	α *Ursae min.*	Viel stärker als in ⊙.	432.140 (4)
10	—	—	α *Persei*	Hinter 9 fehlt ein ⊙-Band.	
11	432.367	1	α *Ursae min.*	Schwächer als in ⊙.	432.374 (4)
12	432.622	4	α *Persei*	Schwächer als in ⊙.	432.622 (10) Fe, Mn
13	432.726	3	α *Ursae min.*	Schwächer als in ⊙.	432.720 (5) Fe
14	433.101	4	α *Persei*	Stärker als in ⊙.	433.115 (4) Ni
15	433.133	4	α *Ursae min.*	Stärker als in ⊙.	433.133 (4)
16	433.309	3	α *Tauri*	Stärker als in ⊙.	433.297 (4) Ba oder
16a	433.332	3	β *Ursae min.*	Stärker als in ⊙.	433.325 (4)
17	433.431	3	α *Tauri*	Stärker als in ⊙.	433.415 (4) oder
17a	433.441	4	β *Ursae min.*	Stärker als in ⊙.	433.444 (2)
18	434.469	4	α *Persei*	Stärker als in ⊙.	434.458 (5) oder .479 (5) Fe
19	435.098	—	α *Tauri*	Stärker als in ⊙, in ⊙ nicht.	435.096 (1)?
20	437.517	6!!!	α *Persei*	Viel stärker als in ⊙!!!	437.492 (6) Fe oder
20a	437.513	6!	α *Ursae min.*	Viel stärker als in ⊙.	437.534 (6) Cr, Mn
21	437.638	3	α *Ursae min.*	Schwächer als in ⊙.	437.638 (6) Fe
22	438.400	3	α *Persei*	Schwächer als in ⊙.	438.396 (8) Fe
22a	438.396	5	α *Ursae min.*	Schwächer als in ⊙.	
23	438.719	4!	α *Persei*	Stärker als in ⊙.	438.724 (5) Cr
24	439.138	4!	α *Persei*	Stärker als in ⊙.	439.134 (6) Fe, Ti, Cr
25	439.439	4	α *Persei*	Stärker als in ⊙.	439.440 (5) Cr
26	440.000—440.089		α *Persei*	Band stärker als in ⊙.	440.000 (6) Cr, Ni od. .040 (3)
26a	440.075	5	β *Andromedae*	Anders als in ⊙.	[oder .069 (6) Cr
27	440.499	6	α *Persei*	Schwächer als in ⊙.	440.499 (8) Fe
27a	440.499	5	α *Ursae min.*	Schwächer als in ⊙.	
28	440.864	6	β *Andromedae*	Stärker als in ⊙.	440.864 (6) Fe, Cr
29	440.947	3	α *Persei*	Anders als in ⊙.	440.932 (4) oder .965 (4) Cr
30	441.105	2	α *Persei*	Stärker als in ⊙, in ⊙ nicht.	441.121 (5) Cr?
31	441.235	5!	α *Tauri*	Stärker als in ⊙.	441.235 (4) Cr
31a	441.232	5!	α *Orionis*	In ⊙ nicht.	
31b	441.226	3	β *Herculis*	In ⊙ kaum.	
31c	441.227	5!	β *Ursae min.*	Fehlt in ⊙!!! Starke Linie.	
32	441.362	2	α *Persei*	Stärker als in ⊙, in ⊙ nicht.	441.366 (4)
33	441.693	3	α *Persei*	Stärker als in ⊙, in ⊙ nicht.	441.687 (5) Cr
34	442.292	5	β *Ursae min.*	Viel stärker als in ⊙.	? [scheinl. auch .089 (6) Fe
35	443.030	2	α *Persei*	Schwächer als in ⊙.	443.030 (6) Fe, Cr, wahr-
36	443.817	4!	α *Orionis*	In ⊙ nicht.	443.803 (4) Sr, Cr, Ni oder
36a	443.835	5!!!	β *Ursae min.*	Viel stärker als in ⊙.	443.869 (4) Fe, Cr
36b	443.841	4	β *Andromedae*	In ⊙ nicht.	
37	444.027	1?	α *Orionis*	In ⊙ nicht.	444.022 (4) Fe, Mn
38	445.071	5	α *Persei*	Stärker als in ⊙.	445.081 (6) Fe
39	445.516	5	α *Ursae min.*	Stärker als in ⊙.	445.516 (6) Ca, Mn
40	446.174	5!	α *Persei*	Stärker als in ⊙.	446.149 (5) Mn, Cr oder
40a	446.198	5	α *Ursae min.*	Stärker als in ⊙.	446.198 (5) Fe
41	446.471	5	α *Persei*	Stärker als in ⊙.	446.477 (5) Mn, Cr

Digitized by Google

Nr.	W. L.	I.	Stern	Bemerkungen	⊙
	μμ				
42	446.684	3	α *Persei*	Schwächer als in ⊙.	446.684 (6) Fe
43	446.865	4	α *Persei*	Stärker als in ⊙.	446.879 (6)
44	447.111	3	α *Persei*	In ⊙ nicht.	447.114 (4)
45	447.313	4	α *Persei*	Stärker als in ⊙.	447.305 (6) Mn, Cr
46	448.155	6!	α *Persei*	Stärker als in ⊙.	448.141 (5) Mg
47	448.857	3	α *Persei*	Stärker als in ⊙.	448.847 (5) Fe
48	449.184	4	α *Persei*	Stärker als in ⊙.	449.163 (5) Mn?
49	450.150	6!	α *Persei*	Viel stärker als in ⊙.	450.150 (6) Ti
50	450.853	5	α *Persei*	Viel stärker als in ⊙.	450.853 (5) Fe, Ti
51	451.563	4	α *Persei*	Stärker als in ⊙.	451.563 (5) Fe, Cr
52	452.059	4	α *Persei*	Stärker als in ⊙.	452.050 (5) Fe
53	453.166	3	α *Persei*	Schwächer als in ⊙.	453.140 (5) Fe, Sr, Cr oder
54	453.444	6!	α *Persei*	Viel stärker als in ⊙.	453.429 (5) Ni [.193 (4) Fe, Cr
55	454.526	3	α *Persei*	Viel stärker als in ⊙.	454.495 (5) Fe, Cr oder .555 (4)
56	454.990	6	α *Persei*	Stärker als in ⊙.	454.990 (6) Fe
57	456.410	4	α *Persei*	Stärker als in ⊙.	456.407 (5) Ti
58	457.200	6	α *Persei*	Stärker als in ⊙.	457.200 (3) Fe

Aus dieser Zusammenstellung ist nun Folgendes zu ersehen. Unter den 58 verschiedenen Stellen im Spectrum, welche Unterschiede gegen das Sonnenspectrum zeigen, kommen 14 vor, welche zwei oder mehreren Spectren gemeinschaftlich sind, die übrigen treten nur in einem Spectrum auf. Bei den 14 Linien, die in mehr als einem Spectrum gleichzeitig notirt sind, kommen 12 Fälle vor, in denen der Sinn der Abweichung gegen das Sonnenspectrum übereinstimmt, während der Sinn zweimal ungewiss bleibt, nämlich bei Linie 7, die einmal stärker und das andere Mal breiter angegeben ist, und bei Linie 26*a*, wo nur angegeben ist »anders als in ⊙«. Es kann hiernach nicht fraglich sein, dass die Ursache der zum Theil sehr beträchtlichen Veränderung in der Stärke der Linien auf den verschiedenen Sternen die gleiche ist.

Viele der Linien gehören dem Eisen an, auch Calcium, Barium, Strontium und Titan scheinen betheiligt zu sein; ob Mangan, Nickel und Chrom in Frage treten, lässt sich aus den bekannten Gründen nicht verbürgen.

Ausser diesen allgemeinen Schlüssen gewährt nun die obige Zusammenstellung ein ganz eigenthümliches und wichtiges Resultat. Vergleicht man nämlich diese Linien mit dem Spectrum von α Cygni, welches ja als ausgebildetes Spectrum der Classe I*b* besonderes Interesse bietet, so findet man, dass von den 60 Linien in α Cygni 21 in dem Verzeichnisse vorkommen und zwar sämmtlich bei α Persei. Es besteht also die Thatsache, dass beinahe die Hälfte aller Linien, welche in dem Spectrum von α Persei Abweichungen gegen das Sonnenspectrum zeigen, in dem Spectrum von α Cygni ebenfalls wesentlich hervortreten und dessen Eigenthümlichkeit bedingen. Nun gehört α Cygni der Classe I*b* an, α Persei der Classe II*a*, und es erscheint mir daher der Schluss durchaus plausibel, dass α Persei früher ein ähnliches Spectrum wie α Cygni gehabt hat, dass also hierdurch der bisher noch fehlende Uebergang von I*b* nach II*a* gegeben ist.

Ueber die einseitig verwaschenen schmalen Bänder in den Spectren der Classe IIIa.

Die charakteristische Eigenthümlichkeit, durch welche sich der blaue Theil des Spectrums der Classe III*a*, in dem die bekannten einseitig verwaschenen breiten Absorptionsbänder nicht vorhanden sind, von der Classe II*a* unterscheidet, besteht in den schmalen, verwaschenen, zum Theil einseitig

Digitized by Google

verwaschenen Bändern. Man kann das Zunehmen dieser Bänder, von der II. Classe ausgehend, sehr gut verfolgen, und hierbei ergiebt sich für viele derselben auch ohne Weiteres ihre Ursache: das Zusammenfliessen dicht stehender Linien, dadurch dass dieselben oder einzelne derselben kräftiger werden. Zweifelsohne werden auch neue schwache Linien hinzutreten, wie dies ja im Spectrum der Sonnenflecken von Young und Dunér beobachtet worden ist; überhaupt erinnert das ganze Aussehen der Spectra der Classe III*a* an das der Sonnenflecken.

Besonders auffallend sind die einseitig verwaschenen Bänder. Dieselben schliessen auf der einen Seite mit einer kräftigen Linie ab, während sie nach der andern allmählich verlaufen. Da das Auftreten einseitig verwaschener Bänder häufig an chemische Verbindungen geknüpft ist und die breiten Bänder in α Orionis unzweifelhaft nur in dieser Weise zu erklären sind, so könnte man auch im vorliegenden Falle an diese Entstehungsursache der schmalen Bänder denken, wobei es dann immer noch offen bliebe, ob einseitige, continuirlich abnehmende Ansätze vorhanden sind oder enge Liniensysteme, wie z. B. in den Bändern des Kohlenwasserstoffes.

Ich bin zu der Ueberzeugung gekommen, dass eine derartige Erklärung nicht zulässig ist. In einigen Fällen lässt sich ohne Weiteres aus der Structur des Sonnenspectrums schliessen, dass durch Verstärkung der Linien einseitig verwaschene Bänder entstehen müssen, z. B. bei der Linie λ 434.479 $\mu\mu$, bei welcher im Spectrum von α Orionis bemerkt ist: nach Violett verwaschen. Hier befinden sich nach der rothen Seite hin nur folgende sehr schwache Linien: 434.517 (3), .549 (1), .581 (1), nach Violett dagegen folgen: 434.458 (5), .426 (3), .396 (4), .375 (1). Denkt man sich alle diese Linien im gleichen Verhältnisse verstärkt, so dass sie merklich werden, so muss eine Verwaschenheit der Hauptlinie nach dem Violett hin eintreten. Noch deutlicher zeigt dieselbe Erscheinung die sehr starke Magnesiumlinie λ 435.223 $\mu\mu$, welche in α Orionis als nach Violett verwaschen notirt ist. Hier befinden sich auf der rothen Seite im Sonnenspectrum nur zwei Linien mit der Intensität (1), nach Violett zu dagegen die ganze Reihe: 435.190 (3), .166 (1), .137 (4), .116 (3), .096 (1). In anderen Fällen aber tritt die Ursache nicht so deutlich hervor, hier sind im Sonnenspectrum die schwachen Linien auf beiden Seiten der starken ziemlich gleichmässig vertheilt, so dass bei einer Verstärkung aller Linien eine nach beiden Seiten gleiche Verwaschenheit eintreten müsste, was aber in Wirklichkeit nicht der Fall ist. Nun kann aber gar keine Rede davon sein, dass im Spectrum von α Orionis alle Linien in gleichem Masse kräftiger wären als in der Sonne, vielmehr erkennt man an den isolirten Linien deutliche relative Intensitätsunterschiede gegenüber dem Sonnenspectrum. Es brauchen nur auf einer Seite eine oder zwei Linien stärker zu werden, und sofort wird der Eindruck eines einseitig verwaschenen Bandes entstehen. Die Frage, weshalb aber gerade die einseitig verwaschenen Bänder sich nur an kräftigen Linien ansetzen, ist in diesem Sinne gar nicht berechtigt. Es kann eben nur ein einseitig verwaschenes Band entstehen, wenn auf der einen Seite ein Abschluss durch eine kräftige Linie vorhanden ist, durch welche der optische Schwerpunkt auf diese Seite verlegt wird. Die Zahl der einseitig verwaschenen Bänder ist im Spectrum von α Orionis gegenüber denjenigen der beiderseits gleichen Bänder durchaus nicht so gross, als dass sie nicht durch den Zufall bedingt sein könnten; sie fallen nur mehr auf als die anderen.

Ich glaube daher, dass diesen Bändern keine weitere Bedeutung beizulegen ist, als dass auch sie beweisen, dass die Aenderungen, welche das Spectrum beim Uebergange von II*a* nach III*a* erfährt, wesentlich auf der Verstärkung zahlreicher Linien beruhen.

Digitized by Google

Schlussbetrachtungen.

Es kann nicht ausbleiben, dass der gegen früher bedeutend erweiterte Einblick, den das Studium der stark dispergirten photographischen Sternspectra in die spectralen Verhältnisse der Fixsterne gewährt hat, auch Veranlassung zu allgemeineren Betrachtungen über die Constitution dieser Himmelskörper giebt, dass er vor allem eine Prüfung herbeiführt, ob die bisherige Ansicht hierüber, die der grössere Theil der Astrophysiker gehabt, noch beibehalten werden kann, oder ob neuerdings aufgetauchte Theorien eine bessere Uebereinstimmung mit den neuen Beobachtungen geben. Ich glaube, im Laufe der Untersuchungen häufig genug Gelegenheit genommen zu haben, aufs deutlichste erkennen zu lassen, dass mir die durch die Vogel'sche Classification gegebene Entwicklungsgeschichte der Fixsterne und ihre damit zusammenhängende Constitution zur Erklärung der neuen Beobachtungsergebnisse durchaus ausreichend erscheint. In Betreff einer der neueren Theorien, nämlich derjenigen von Lockyer, habe ich bereits in meiner »Spectralanalyse der Gestirne« pag. 330 meinen Standpunkt gegenüber derselben sehr deutlich klargelegt, so dass es hier nur einer Verweisung darauf bedarf; anders aber verhält es sich mit der von Schmidt entwickelten Refractionstheorie der gasförmigen Himmelskörper, besonders nach deren sorgfältig durchgeführter Anwendung auf die Erscheinungen, welche unsere Sonne bietet, durch Knopf. Es kann kein Zweifel darüber obwalten, dass die allgemeinen Grundzüge dieser Theorie richtig sind, und dass die Möglichkeit der Existenz von Himmelskörpern, welche die Schmidt'schen Forderungen erfüllen, vorliegt; es fragt sich nur, ob diese Existenz auch wahrscheinlich ist, und ob speciell unsere Sonne und damit alle ihr ähnlichen Körper in diese Theorie hineinpassen. Ich muss bekennen, dass mir dies höchst unwahrscheinlich erscheint und zwar aus mehreren Gründen. Zunächst würde ein solcher Ruhezustand, wie ihn die Schmidt'sche Theorie voraussetzt, bei einem rotirenden, sehr heissen und in ständiger Abkühlung begriffenen Gasball absolut ausgeschlossen sein; alle Erfahrungen lehren, dass im Weltall nirgends Ruhe, sondern unausgesetzte Bewegung herrscht. Wenn man auch mit Schmidt darin übereinstimmt, die Gase, in denen sich die uns sichtbaren Vorgänge auf der Sonne abspielen, als ausserordentlich dünn zu betrachten, so hält es doch schwer, sich eine so enorme Lichtdurchlässigkeit derselben vorzustellen, wie sie nach Schmidt erforderlich ist. Schliesslich erscheinen mir alle Erklärungen von Einzelerscheinungen auf der Sonne, besonders von denjenigen spectraler Natur, sehr viel gezwungener und complicirter nach Schmidt's Theorie als nach der bisherigen; ich sehe keinen Grund ein, die bisherigen Erklärungen zu verlassen, so lange nichts Einfacheres dafür geboten wird.

Ich muss an dieser Stelle auch kurz meinen Standpunkt zum Kirchhoff'schen Satze angeben, da dessen Folgerungen für die weiteren Schlüsse massgebend sind. Die neueren Untersuchungen haben einzelne Physiker zu der Ueberzeugung geführt, dass beim Glühen der Gase nicht so einfache Vorgänge stattfinden, wie sie Kirchhoff angenommen hat. Die Veränderungen, welche die Spectra glühender Gase zeigen, je nach der Art und Weise, wie ihr Glühen hervorgebracht wird, sollen weniger von der Temperatur, also von der Schwingungsamplitude abhängen, als vielmehr von complicirteren chemischen oder elektrischen Processen, über deren Natur man allerdings ja noch vollständig im Unklaren ist. Während man also bisher die Kirchhoff'sche Function als allein abhängig von Wellenlänge und Temperatur betrachtet und Fälle, wo dies augenscheinlich nicht zutrifft, wie z. B. bei der Phosphorescenz, als nicht unter das Kirchhoff'sche Gesetz fallend ausgeschlossen hat, würde man jetzt vor der Wahl stehen, entweder alle Fälle auszuscheiden, d. h. den Kirchhoff'schen Satz als nicht mehr gültig zu betrachten, oder ihn derart zu ändern, dass an Stelle der Temperatur ein anderer, näher zu definirender Begriff, der mit der Art der Lichterregung zusammenhängt, zu setzen wäre. Das Erstere geschieht schon von Seiten einzelner Physiker, wie mir scheint, sehr mit Unrecht, so lange dieselben nichts Besseres an die

Digitized by Google

Stelle zu setzen haben; das Letztere würde einer Erweiterung des Kirchhoff'schen Satzes gleich kommen, die nur mit Freuden zu begrüssen wäre. So lange aber ein solcher Begriff noch nicht gefunden ist, ja besonders so lange überhaupt ein definitiver Beweis dafür, dass die Temperatur allein nicht massgebend ist, noch nicht geführt ist, so lange soll man meines Erachtens bei Untersuchungen wie der vorliegenden die alte Form des Kirchhoff'schen Satzes beibehalten, immer mit dem Bewusstsein, dass möglicherweise anstatt der Temperatur ein anderer Begriff einzuführen ist. Wenn ich beispielsweise auf pag. 317 sage, dass die Temperatur an der Oberfläche der Sterne des Typus I derjenigen bei stark gespanntem Funken entspreche, so ist hierfür eventuell zu setzen: der Glühzustand des *Mg*-Dampfes an der Oberfläche der Sterne des I. Typus entspricht demjenigen im stark gespannten Funken.

Diese Andeutungen werden genügen, meinen Standpunkt in Bezug auf die Frage nach der Constitution der Weltkörper klarzustellen, von welchem aus ich nun versuchen möchte, auf Grund der durch die photographischen Sternspectra gewonnenen Resultate in möglichster Kürze auf einige Gesichtspunkte näher einzugehen.

Die wesentliche Unterscheidung zwischen Stern- und Nebelspectrum liegt im Vorhandensein eines kräftigen continuirlichen Spectrums. Dieses continuirliche Spectrum kann auf zweierlei Weise gedeutet werden:

1) Die glühenden Gase befinden sich in einer gewissen Tiefe unterhalb der Atmosphäre unter einem solchen Drucke, dass ihr Linienspectrum durch Verbreiterung der Linien in ein continuirliches übergegangen ist. In diesem Falle müssten diejenigen Gase, welche sich in diesem Zustande befinden und dabei gleichzeitig noch oberhalb dieser Schicht vorhanden sind, Absorptionslinien von ganz enormer Breite und Verwaschenheit zeigen, da ja alle Uebergänge vom stärksten Drucke bis zu dem geringsten vorhanden sind. Ein solches Aussehen der Linien ist bisher bei keinem einzigen Sterne beobachtet worden, im besonderen nicht bei der vorliegenden Untersuchung. Sind dagegen die absorbirenden Gase nicht in den unteren, unter starkem Drucke befindlichen Gasen enthalten, so könnten allerdings die weniger breiten Linien, wie sie thatsächlich nur vorkommen, entstehen. Es müsste dann vor allem aber angenommen werden, dass der Wasserstoff in dieser Tiefe nicht mehr vorhanden ist, und das erscheint sehr unwahrscheinlich.

2) Die Photosphäre besteht im wesentlichen aus Condensationsproducten, ähnlich den Wasserdampfwolken in unserer Atmosphäre. Sie rühren also von einem Stoffe oder von mehreren Stoffen her, für welche in einer gewissen Höhe der Wasserstoffatmosphäre eine Uebersättigung stattfindet, in ganz ähnlicher Weise, wie durch die in aufsteigenden Strömen mitgeführten Wasserdämpfe in einer gewissen Schicht die Wolken entstehen. Auf diese Weise lässt sich die enorme Leuchtkraft der Photosphären sehr viel leichter erklären, da glühende feste oder flüssige Partikelchen ein viel grösseres Emissionsvermögen besitzen als glühende Gase, auch wenn sich letztere unter starkem Drucke befinden. Entgegengesetzt den sonst meist verbreiteten Ansichten haben wir uns aber vorzustellen, dass sich innerhalb der oberen Schichten der Photosphäre die Gase in einem ausserordentlich dünnen Zustande befinden, der nur vergleichbar ist mit der Dichtigkeit der Gase in möglichst evacuirten Geissler'schen Röhren. Die Dichtigkeit der Condensationsproducte ist daher keineswegs derjenigen unserer Wolken vergleichbar, sondern höchstens den allerzartesten Schleierbildungen in den höheren Schichten unserer Atmosphäre.

Ich möchte nun unter Annahme von 2) einen Erklärungsversuch dafür aufstellen, dass mit zunehmender Abkühlung eines Sternes die Wasserstofflinien allmählich an Breite verlieren, während die Linien der übrigen Metalle stärker hervortreten.

Einen Fixstern der Classe I*a* haben wir uns nach dem Vorgeschickten vorzustellen als einen Gasball, bei welchem sich über seiner Photosphäre eine noch sehr beträchtliche Atmosphäre wesentlich von

Digitized by Google

Wasserstoff befindet. Die Temperatur dicht über den obersten Schichten der Photosphäre ist vergleichbar mit derjenigen stark gespannter elektrischer Funken. Alle anderen Metallgase ausser dem Wasserstoff befinden sich noch so weit innerhalb der Photosphäre, dass die infolge der nach aussen stattfindenden Temperaturabnahme eintretenden Absorptionen noch nicht merklich werden.

Infolge der Wärmeausstrahlung in den Raum hinein findet ein Zusammenziehen der den Stern ausmachenden Gase statt, wodurch der Temperaturverlust besonders im Innern des Körpers noch ausgeglichen wird; aber der Temperaturabfall von der Photosphäre bis zur äussersten Grenze der Atmosphäre wird bei dem Abnehmen der letzteren ein immer schrofferer, so dass endlich die Temperaturunterschiede der obersten Schichten der Photosphäre, welche noch Metallgase enthalten, gegen die letztere so beträchtlich werden, dass die Absorptionslinien sich bemerkbar machen. In erster Linie treten auf die Dämpfe von Magnesium, Natrium (nach Ausweis der Ocularbeobachtungen) und wenigen unbekannten Stoffen, zu denen in einzelnen Sternen derjenige zu rechnen ist, der die Orionlinie erzeugt.

Dieser Process des Zusammenziehens schreitet immer mehr vor; die Wasserstoffatmosphäre oberhalb der Photosphäre nimmt durch das Aufrücken der oberen Grenze der letzteren immer mehr an Mächtigkeit — wohl auch durch directen Verlust nach aussen hin — ab, die Temperaturdifferenzen der oberen Schichten der Photosphäre werden immer beträchtlicher, und damit wächst auch die Absorption. Es wird zunächst der Zustand der Classe II*a* erreicht, den wir am genauesten erforschen können. Ob die Photosphäre der Sterne dieser Classe schon merklich kühler ist als die der Sterne I*a*, möchte ich nicht entscheiden, das Wesentliche meiner Anschauung ist nur, dass infolge der Zusammenziehung der Temperaturabfall oberhalb der Photosphäre ein sehr viel stärkerer wird. Wann der Zeitpunkt eintritt, wo die Zusammenziehung nicht mehr genügt, die durch Ausstrahlung eintretende Temperaturabnahme der Photosphäre — und auf diese kommt es wesentlich an, da sie ja den bei weitem grössten Beitrag zum Wärmeverluste liefert — noch auszugleichen, ist natürlich nicht anzugeben, weil keine Entscheidung zu treffen ist, ob die Intensitätsabnahme des brechbareren Theiles des Spectrums, die bei Classe II*a* und besonders bei III*a* sich merklich macht, von einer reellen Abnahme der Strahlungsintensität herrührt oder nur von einer vermehrten Absorption in der über der Photosphäre gelegenen Schicht.

Die Temperatur der absorbirenden Schichten ist bei den Sternen der II. bis III. Classe schliesslich so weit heruntergegangen, dass sie vergleichbar geworden ist mit derjenigen des elektrischen Lichtbogens; es ist demnach durchaus plausibel, dass allmählich chemische Verbindungen sich stabil erhalten können und damit die charakteristischen Eigenthümlichkeiten der III. Spectralclasse auftreten.

Ich habe bei diesen kurzen Darstellungen den Uebergang der Spectra der Classe I*c* in I*a* nicht weiter berührt, da im Laufe der vorstehenden Untersuchungen mehrfach Gelegenheit gewesen ist, diesen Punkt eingehender zu besprechen. Innerhalb der Grenzen I*c* und III*a* oder III*b* liegt aber das überhaupt zur Verfügung stehende Beobachtungsmaterial, und Betrachtungen über die Vorgänge vor I*c* oder nach III*a* oder III*b* sind daher als nicht hierher gehörig zu betrachten.

Berichtigung.

Auf S. 328 (162) muss es in Columne 2, Linie 316 und 317 (Zeile 6 und 5 von unten) heissen:

453·130 anstatt: 453·143
453·343 » 453·330.

Digitized by Google

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google





Digitized by Google

