

Untersuchungen
über die
gegenseitigen Helligkeiten
der
Fixsterne erster Grösse
und über die
Extinction des Lichtes in der Atmosphäre.
Nebst einem Anhange
über die
Helligkeit der Sonne verglichen mit Sternen, und über die
Licht reflectirende Kraft der Planeten.

Von
Ludwig Seidel.

1890

Botanische Zeitung

Verlag von G. Fischer

U n t e r s u c h u n g e n
über die
**gegenseitigen Helligkeiten der Fixsterne erster
Grösse und über die Extinction des Lichtes in der
Atmosphäre.**

Nebst einem Anhang
über die
**Helligkeit der Sonne verglichen mit Sternen, und über die
Licht reflectirende Kraft der Planeten.**

Von
Ludwig Seidel.

Die ausführliche Besprechung, welche Alexander von Humboldt in dem neuerlich erschienenen III. Bande des Kosmos den Helligkeitsverhältnissen der Himmelskörper (so weit dieselben bisher Gegenstand der Untersuchung geworden sind) gewidmet hat, ist mir Veranlassung gewesen, auf die Arbeiten zurückzukommen, welche ich selbst in dieser Richtung mit dem Steinheil'schen Prismenphotometer in den Jahren 1844—48 unternommen habe. Einigen vorläufigen Nachrichten über diese Messungen, nebst den Resultaten einer nur theilweisen Berechnung derselben, die ich im Anfang des Jahres 1846 zusammenstellte, hat die hohe Akademie in Nr. 130 und 131 der Gelehrten Anzeigen desselben Jahres Aufnahme gewährt. Gegenwärtig beehre ich mich, derselben die schliessliche Bearbeitung des von mir bisher gesammelten Materials mit so viel Detail vorzulegen, als nöthig erscheint, um Jeden, der sich ein eigenes Urtheil über die den Resultaten beizulegende Sicherheit bilden will, vollkommen dazu in den Stand zu setzen. Bei den Messungen

selbst hatte ich mir zunächst ein doppeltes Ziel gesetzt: erstens, mir die Kenntniss des durchschnittlichen Betrages des Lichtverlustes der Sterne durch die Atmosphäre in verschiedenen Zenitdistanzen zu verschaffen, um mittelst derselben Vergleichen von Sternen, die bei verschiedenen Höhen gemacht sind, auf gleiche Höhe reduciren zu können; — dann zweitens, die bei uns sichtbaren Sterne der ersten und ersten auf zweiten Grösse wirklich in Betreff der gegenseitigen Helligkeit zu vergleichen. Der letztere Zweck hätte sich nicht erreichen lassen ohne die erstere Untersuchung; denn da die Nächte, welche zu Messungen *dieser* Art geeignet sind, weit sparsamer vertheilt sind, als diejenigen, welche überhaupt brauchbare astronomische Beobachtungen liefern können, und da bei vielen, wo die atmosphärischen Verhältnisse günstig genug wären, noch der Mondschein hinderlich wird, so erscheint es als unausführbar, nur immer Sterne in sehr nahe gleicher Höhe mit einander zu verbinden. Ueberdies hat die Kenntniss der Extinction des Lichtes durch die Atmosphäre ein selbstständiges Interesse. Man muss freilich im Voraus erwarten, sie an verschiedenen Tagen merklich verschieden zu finden, indessen hoffe ich durch die Zusammenstellung der Beobachtungen selbst den Beweis zu liefern, dass wenn man auch nur mässige Vorsicht in der Auswahl der Nächte anwendet, die Schwankungen in der Durchsichtigkeit der Luft keineswegs so gross sind, dass man nicht mit durchschnittlich sehr genügendem Erfolg die Beobachtungen aller einzelnen Abende mit denselben Mittelzahlen reduciren könnte.

Ausser den Vergleichen, welche zur Erreichung der beiden bereits angegebenen Zwecke erforderlich waren, wird man im Folgenden eine grössere Anzahl von Messungen der Helligkeit des Polarsterns finden (verglichen mit Sternen der ersten Grösse), und eine kleine von Beobachtungen der Planeten Jupiter und Mars. Die

Vergleichungen der Planeten mit Fixsternen haben vor der der Sterne unter sich das Interesse voraus, dass sie geeignet sind, zur Kenntniss der Helligkeit unserer Sonne, verglichen mit Fixsternen, einen Beitrag zu liefern, namentlich aber bei längerer und consequenter Fortsetzung die (bereits von Lambert *) angeregte) Frage zu beantworten, ob die Sonne ein variabler Stern ist. Ich habe mir vorgesetzt, bei der Wiederaufnahme meiner Beobachtungen (zu welcher mir die Güte des Herrn von Steinheil sein Instrument zur Verfügung gestellt hat) auf diesen Punkt meine Aufmerksamkeit vorzugsweise zu richten; die neun Messungen an Planeten, welche ich vom August 1845 bis Februar 1846 erhielt, reichen dazu bei weitem nicht aus. Gleichwohl können sie schon jetzt, in Verbindung gesetzt mit dem Wenigen, was man sonst über die Helligkeit der Sonne gegen Sterne bisher erhalten hat, gebraucht werden, um einigen vorläufigen Aufschluss über verschiedene interessante Fragen zu geben. Da man indessen hiebei kaum umhin kann, Hypothesen mit einzuflechten, deren Wahrscheinlichkeit verschiedenem Urtheil unterliegen kann, so schien es mir passend, die Folgerungen, welche sich auf solchem Wege für die Körper unseres Sonnensystems gewinnen lassen, von dem Uebrigen ganz zu trennen, und in den *Anhang* zu verweisen, wo ich sie mit Dem zusammenstellen werde, was mir über ähnliche Versuche sonst bekannt geworden ist. Fragen nach dem Wenigen, was von physischen Eigenschaften der Körper unseres Systems Gegenstand der Messung werden kann, sind zu anziehend, als dass man nicht, in Ermanglung sicherer Resultate, einstweilen wahrscheinliche der völligen Unkenntniss vorziehen sollte; ausserdem aber wird man über die Grenzen der Unsicherheit, welche die Beantwortung noch an sich trägt, nur dann

*) Photometria §. 781.

ein Urtheil gewinnen können, wenn Alles, was dazu einen Beitrag liefern kann, gesammelt wird. In der That hat die letztere Rücksicht den Hauptgrund abgegeben, welcher mich veranlasst hat, im Anhang das bisher von Verschiedenen erlangte Material, um es so auszudrücken, zu confrontiren; es kommen dabei freilich manche, wenigstens anscheinende, Widersprüche zu Tage, deren Vorhandensein aber gerade zu neuen Versuchen in ähnlicher Richtung auffordern sollte, und dies um so mehr, als man in manchen andern Punkten zwischen den hieher gehörigen Resultaten verschiedener Beobachter eine Uebereinstimmung findet, die jedenfalls grösser ist, als man in Anbetracht der grossen Schwierigkeiten, welche ihrer Erlangung entgegenstehen, erwarten möchte.

Indem ich aus den angeführten Gründen von vielen der in den *Anhang* gesetzten Zahlen im Voraus die Ungewissheit bekennen muss, — eine Ungewissheit, die nicht sowohl darin besteht, dass die Zahlen nicht für völlig exact gelten können (denn diese Unvollkommenheit tragen auch die genauesten Beobachtungen immer), als vielmehr darin, dass man nicht weiss, in welchem Maasse die gefundenen Zahlen sich möglicher Weise noch von der Wahrheit entfernen können, — glaube ich jedoch, die in den Haupttheil der vorliegenden Arbeit aufgenommenen Untersuchungen von diesem Tadel möglichst frei gemacht zu haben. Die Uebereinstimmung der auf mannigfache Art gekreuzten Vergleichen unter sich und die Controle, welche ich der Reductionsmethode zu geben suchte durch Vergleichung der rein empirischen Resultate mit der Laplace'schen Theorie der Extinction des Lichtes in der Atmosphäre, scheinen mir den Beweis zu geben, dass die verhältnissmässigen Helligkeiten, mit welchen mein Auge durch die Gläser des Photometers die Sterne gesehen hat, durch die abgeleiteten Zahlen sehr nahe dargestellt sind, und dass, wenn man denselben eine merklich grössere

Unsicherheit als die im Mittel anzugebende beilegen wollte, dieselbe nur darauf sich gründen könnte, dass diese Helligkeitsverhältnisse möglicher (und in der That für Sterne von ungleicher Farbe auch *wahrscheinlicher*) Weise für verschiedene Augen verschieden sind. Der Mangel würde dann also nicht darin liegen, dass das Instrument, mit welchem beobachtet wurde, die Antwort auf die gestellte Frage verweigert hätte, sondern vielmehr in einer nicht hinlänglich präcisen Art der Fragestellung selbst. Wirklich liegt etwas wie eine *petitio principii* darin, sich um die relative scheinbare Helligkeit der Sterne, als um Etwas ihnen Eigenthümliches, zu erkundigen, so lange der Begriff dieser Helligkeit von der Subjectivität des Beobachters nicht unabhängig gemacht ist. Ohne auf die Frage einzugehen, ob er davon unabhängig gemacht werden *könnte*, muss man jedenfalls darüber im Klaren seyn, dass alle bisher gebrauchten oder nur vorgeschlagenen Instrumente (ich erwähne namentlich auch das von Arago erdachte, dessen Humboldt im Kosmos genauer erwähnt) diesem Mangel, der nicht in ihnen liegt, auch nicht abhelfen können. Für Beobachtungen eines einzelnen Beobachters ist der schwankende Begriff gleicher Helligkeiten, so lange sein Auge sich nicht ändert, von selbst wieder fixirt. Um dem nothwendiger Weise bleibenden Uebelstand einigermassen abzuwenden, hat Hr. Prof. E. Leonhard dahier (früher Adjunct der Sternwarte in Bogenhausen) die Gefälligkeit gehabt, einen grossen Theil der Beobachtungen mit mir zu machen (so wie ich ihm auch für seinen Antheil an den Berechnungen gleichen Dank schuldig bin), und sehr zahlreiche wechselweise von uns gemachte Einstellungen werden nachweisen, dass in der Beurtheilung der Gleichheit zweier Helligkeiten zwischen *uns beiden* kein Unterschied bestand, welcher die Grenzen der Unsicherheit eines Jeden für sich überschritten hätte*).

*) Vgl. in Betreff der Uebereinstimmung unserer beiderseitigen Einstellungen

1.

Das Instrument, mit welchem meine Beobachtungen gemacht sind, Eigenthum des jetzigen k. k. Sectionsrathes Herrn von Steinheil, ist dasselbe, welches sich in dessen von der Göttinger Societät gekrönter Preisschrift „Elemente der Helligkeitsmessungen am Sternhimmel“ (besonders abgedruckt aus den Abhandl. der bayr. Akademie, math. phys. Classe Bd. II, 1836) unter dem Namen des *Prismenphotometers* (Beilage II der erwähnten Abhandlung) genau erläutert und abgebildet findet. Von dem Erfinder sind damit, um die Richtigkeit seines Principes auch praktisch nachzuweisen, zahlreiche Messungen an künstlichen Sternen, deren Helligkeitsverhältniss im Voraus bekannt war, gemacht worden; dagegen war es zu Beobachtungen am Himmel selbst nur versuchsweise angewendet worden. Es ist seitdem nur noch einmal, für die Wiener Sternwarte, ausgeführt und für diese mit einer bequemerer Aufstellung versehen worden, als das ältere Exemplar hat, welches ich benutzen konnte. Da demnach die Einrichtung des Instrumentes noch nicht für hinlänglich bekannt gelten kann, muss ich so viel darüber sagen, als nöthig seyn wird, damit der gegenwärtige Aufsatz für sich selbst hinlänglich verständlich sei. Der wesentliche Grundgedanke besteht darin, dass man die Lichtflächen mit einander vergleicht, welche man von den Sternen statt der leuchtenden Punkte im Fernrohr erhält, wenn das Ocular desselben gegen die gewöhnliche Stellung weit nach aussen oder nach innen verschoben wird. Je grösser die Verschiebung ist (gleichgiltig nach welcher Seite), über einen um so grösseren Raum auf der Netzhaut wird das Licht des Sterns

z. B. die Beobachtungen Nr. 60 ff. in dem dieser Abhandlung beiliegenden Journal.

verbreitet, d. h. eine um so grössere Lichtscheibe sehen wir; offenbar muss aber auch in demselben Verhältniss die Erleuchtung aller ihrer einzelnen Theile matter werden. Betrachtet man nach einem helleren Stern einen dunkleren, so wird, da sein Licht an sich schon schwächer ist, eine geringere Verschiebung des Oculars aus seiner gewöhnlichen Stellung der Lichtscheibe denselben matten Glanz geben, auf welchen die des helleren Sterns erst durch eine grössere Verstellung des Oculars reducirt wird. Die beiden ungleichen Verschiebungen müssen also ein Maass abgeben können für die ungleichen Helligkeiten der Sterne selbst, welche durch sie für das Auge compensirt worden sind, und zwar überzeugt man sich leicht davon (genau ist es bewiesen in Steinheil's Abhandlung Beil. V.), dass die *Helligkeiten der Sterne direct proportional sind den Quadraten der Verstellungen des Oculars* (von derjenigen Stellung aus gerechnet, in welcher das Auge ein deutliches Bild des Sternes sieht), durch welche bewirkt wird, dass beide Scheiben gleich intensiv erleuchtet (aber ungleich gross) erscheinen. Um sich davon zu vergewissern, dass diese Bedingung erfüllt ist, ist es notwendig, dass man beide zugleich unmittelbar neben einander im Auge hat; dies wird dadurch bewirkt, dass durch vollständige Reflexion (unter 45° Auffallswinkel) an den Hypotenusenflächen zweier rechtwinkliger Glasprismen die Strahlen von beiden Sternen parallel in das Fernrohr geworfen werden, welches senkrecht auf die Ebene des durch beide Sterne gelegten grössten Kreises gestellt ist; jedes Prisma speist mit dem Lichte des Sternes, dem es zugekehrt ist, die eine Hälfte des Objectives, welches wie das eines Heliometers mitten durchgeschnitten ist; jede der beiden Hälften sitzt an einem eignen Schuber fest, der in einem Schlitze längs des cylindrischen Rohres verschoben und darin nach Belieben festgeklemmt werden kann; es können also beide Objectivhälften unabhängig von einander nach Gutdünken dem Oculare genähert oder von demselben

entfernt werden, wovon die Wirkung natürlich ganz dieselbe ist, als ob, wie es oben ausgedrückt wurde, das Ocular gegen das Objectiv verschoben würde. Die Lichtscheiben, in welche man auf solche Weise die Bilder der Fixsterne verwandelt, geben in ihrer äussern Begränzung die Form des erleuchteten Objectivtheiles wieder, sie würden also halbe Kreise seyn, wenn das Licht frei auf die beiden Hälften fiel. Es befindet sich aber zwischen den Prismen und dem Objectiv noch eine Vorrichtung, welche ich mit dem Namen der *Quadratschuber* benennen will, und welche angebracht ist, damit man die Grösse der Lichtscheiben beliebig in der Gewalt hat. Sie besteht für jede Objectivhälfte in einer Art von Diaphragma, dessen dreieckige freie Oeffnung mittelst einer Schraube beliebig erweitert oder verengert werden kann, so dass, je nachdem man will, ein grösserer oder kleinerer, immer dreieckig begränzter Raum der Objectivhälfte vom Sterne erleuchtet wird. Die Lichtfläche, welche man bei der Verschiebung des Objectives statt des Sternes sieht, wird daher gleichfalls immer von einem (gleichschenkligen und rechtwinkligen) Dreieck begränzt; bringt man beide Dreiecke mit den Hypotenusen an einander und macht sie durch passende Verstellung der Objectivhälften gleich hell und hierauf durch passende Stellung der Quadratschuber gleich gross, so bilden sie zusammen ein gleichmässig erleuchtetes Quadrat. Ist im Gegentheil die Stellung der Objectivhälften nicht richtig, so ist das Quadrat durch eine Diagonale in zwei Hälften von ungleicher Helle getheilt; das Auge hat ein sehr feines Gefühl für die Unterscheidung des ersten Falles (den man in der Messung herbeiführen muss) vom zweiten. Die Quadratschuber selbst, die also eigentlich die freie Oeffnung jeder Objectivhälfte vergrössern oder verkleinern, dienen übrigens bei dem Steinheil'schen Instrumente *nicht* zur Messung*);

*) Andere, z. B. Gerling (wenn ich nicht irre) haben bekanntlich auf eine

man könnte sie ganz entbehren und sie sind blos angebracht, um die Unbequemlichkeit zu vermeiden, dass man häufig über die gleiche Erlenkung einer grossen und einer viel kleinern Lichtfläche urtheilen müsste, wobei es denkbar wäre, dass das Auge zu Gunsten der einen oder der andern bestochen wäre. Bei meinen Messungen habe ich übrigens ungefähr gleich häufig und sehr oft im Verlaufe derselben Vergleichung die Quadratscheibe angewendet oder sie ausser Gebrauch gelassen und nie einen Unterschied im Resultat gefunden.

Von den beiden Prismen sitzt das Eine, welches ich das *Hauptprisma* oder *Prisma A* nenne, ganz unbeweglich am Ende des Ferrohres; das andere (*Nebenprisma* oder *Prisma B*) ist drehbar um die verlängerte Axe des Rohres, welche (so wie beim *Prisma A*) auf Einer seiner beiden Seiten, die den rechten Winkel zwischen sich einschliessen, senkrecht steht und der anderen parallel ist. Der Betrag der Drehung kann auf einem Kreise, der in Grade getheilt ist, abgelesen und das Prisma in jeder Stellung mittelst Klemm- und Micrometerschraube festgehalten werden; der Nullpunkt des Kreises ist derjenige, welcher abgelesen wird, wenn sämtliche Flächen beider Prismen paarweise sich parallel sind. In jeder andern Stellung ist der abgelesene Winkel gleich der scheinbaren Entfernung von einander der beiden Punkte (Sterne), deren Licht die zwei Prismen gleichzeitig in die Axe des Rohres werfen.

Der Körper des Rohres sitzt senkrecht auf einer Axe, deren

messbare Verengerung oder Erweiterung der Objectivöffnung die Vergleichung der Sterne selbst (die dabei im Bilde beobachtet werden müssen) gegründet; den Grund, wesshalb Herr v. Steinheil sie zu diesem Zwecke nicht angewandt hat, findet man pag. 16 (Anmerk.) in seiner Schrift aus einander gesetzt.

Richtung parallel der ursprünglichen desjenigen Lichtstrahls ist, welchen das Hauptprisma in die Absehenslinie wirft. Um diese Axe ist es drehbar. Sie selbst hat noch, wie das Fernrohr eines Theodolithen, Höhen- und Acimutalbewegung, so dass sie nach Belieben auf jeden Stern gerichtet werden kann, was erleichtert wird durch einen kleinen Sucher, der zum Behuf meiner Messungen ihr parallel und also senkrecht auf dem Hauptrohre des Instrumentes an dem letztern angebracht wurde.

Sollen nun zwei Sterne verglichen werden, so muss zuerst das Prisma B aus der Nullpunktslage um so viel gedreht werden (gleichviel nach welcher Seite) als die scheinbare Distanz beider Sterne von einander beträgt, welche zu dem Ende im Voraus berechnet seyn muss. Man richtet nun den Sucher und also auch die ihm parallele Axe auf den Einen der beiden Sterne (gleichviel welchen), was, wenn der Fuss des Instrumentes stehen bleibt, für jeden auf doppelte Art geschehen kann. Ist dies geschehen, so sieht man denselben Stern auch im grossen Rohr durch das Prisma A, und er bleibt darin (so wie im Sucher), während es um die auf den Stern gerichtete Axe gedreht wird. Bei dieser Drehung beschreibt aber die Normale der nach aussen gekehrten Fläche des Prisma B am Himmel um denselben Stern einen kleinen Kreis, dessen scheinbarer Halbmesser gleich der Distanz beider Sterne ist. Sie muss also in einer bestimmten Lage durch den zweiten Stern gehen, der in diesem Moment dem Auge, welches während der Drehung am Oculare bleibt, in der Absehenslinie neben dem ersten Stern erscheinen wird. In dieser Lage wird das Instrument geklemmt, hierauf diejenige Objectivhälfte, welche den helleren Stern zeigt, aus der Lage, wo das deutliche Bild sichtbar war, beliebig längs der Absehenslinie verschoben, und dann die andere so weit, bis beide Lichtscheiben gleich hell erscheinen, wobei man auch noch die Quadratschuber an-

wenden kann, um sie gleichzeitig gleich gross zu machen. Die Stellung der beiden Schieber, welche die Objectivhälften tragen, wird abgelesen, zu welchem Ende sich längs der Schlitze, in welchen sie gehen, Theilungen (in Linien, deren Zehntel geschätzt wurden) befinden.

Ist einer der beiden Sterne sehr hell, so kann man bei einiger Uebung die Vorausberechnung der Distanz, die nicht selten lästig wäre, ersparen. Man richtet den Sucher auf den dunklern Stern, verstellt die Objectivhälfte, welche den ersten zeigen soll, stark, wodurch man ihn in eine grosse und doch immer noch helle Lichtscheibe verwandelt, und es gelingt durch einiges Probiren leicht, diese zu dem andern Stern in das Gesichtsfeld zu bringen und dann genauer einzustellen. Ebenso ist es bei einiger Uebung kaum mehr für eine Unbequemlichkeit zu achten, dass man der Bewegung der Sterne während des Verlaufs einer Beobachtung durch Drehungen des Instrumentes um seine drei mechanischen Axen folgen muss. Unter den verschiedenen Lagen des Photometers, in welchen dasselbe Sternpaar verglichen werden kann, wählt man diejenige, welche eine möglichst gute Stellung gewährt. Indessen muss ich bemerken, dass meine Beobachtungen von dieser Seite häufig unter ungünstigen Umständen gemacht sind. Da ich nicht auf einer offenen Galerie, sondern am Dachfenster einer Bodenkammer beobachtete, wo ich nur von Einer Seite zu dem Instrument gelangen konnte, so muss die Genauigkeit der Beobachtung häufig durch das Unangenehme der Stellung, zu welcher sie nöthigte, beeinträchtigt worden seyn. Jedoch hat dies auf der andern Seite den Vortheil, dass die so gemachten Messungen zeigen können, was eine Anwendung des Instrumentes auch unter keineswegs günstigen Verhältnissen leisten kann. Das Lokal, wo dieselben gemacht wurden, war das oberste Stockwerk des der k. Akademie der Wissen-

schaften zugewiesenen kleinen Thurmes, welcher die nordwestliche Ecke des Wilhelminischen Gebäudes bildet, sechs Treppen hoch. An dem nördlichen Fenster dieses Raums war zur Aufstellung des Instrumentes ein Brett von Eichenholz angebracht worden, und ein grösseres ähnliches vor dem westlichen Fenster, das durch zwei Klappen geschlossen wird und bis etwa 3 Fuss vom Stubenboden herabreicht; an diesem letztern Fenster sind bei weitem meine meisten Beobachtungen gemacht, indem das pyramidale Dach dem vor das Fenster gestellten Instrument die Aussicht auch weit nach Süden und nach Norden frei liess; nur sehr östlich stehende Sterne mussten vom nördlichen oder südlichen Fenster aus genommen werden.

Die Vergleichenungen sehr heller Sterne mit dem Steinheil'schen Photometer werden dadurch etwas erschwert, dass man die Lichtflächen, welche dieselben liefern, nicht ganz gleichmässig erleuchtet sieht, sondern sehr nahe dem Rande eines jeden Dreieckes ziehen sich längs der Gränzen derselben dunkle Linien hin, welche mit helleren wechseln. Das Auftreten derselben ist durch die bekannten Erscheinungen der Biegung und Interferenz der Lichtstrahlen völlig erklärt. Den inneren Raum jeder Fläche lassen sie in seiner Erleuchtung unverändert, daher wirken sie um so weniger nachtheilig, je grösser man (durch starke Verstellung der Objectivhälften) das ganze Dreieck und also auch die innere Fläche im Verhältniss zum Umfange macht. Am störendsten waren sie immer bei den Vergleichenungen von *Planeten* mit Sternen. Bei der Messung darf man natürlich immer nur die Helligkeiten der innern gleichmässig beleuchteten Flächen mit einander vergleichen, wozu es nöthig ist, abwechselnd die Eine und die andere in's Auge zu fassen, weil sonst allemal diejenige zu hell zu seyn scheint, welche man nicht gerade fixirt. Vor der Einstellung auf gleiche Helligkeit ist es gut, das Auge ein paar Secunden lang zu schliessen, um es

empfindlicher für das Licht zu machen, und dies zu wiederholen, wenn die Einstellung nicht rasch gelingt. Vor jeder neuen Einstellung (deren wir bei mittlerer Uebereinstimmung der verschiedenen Notirungen in der Regel vier bis sechs machten) ist immer die Vorsicht gebraucht worden, die eine Objectivhälfte ganz zu verstellen, um bei dem neuen Versuch nicht durch den vorausgehenden bestochen zu seyn. Zu gleichem Zwecke habe ich dazwischen häufig die freie Oeffnung des einen Quadratschubers etwas geändert, damit nicht die Erinnerung an das zuvor erhaltene Verhältniss der Grössen beider Dreiecke unwillkürlich Einfluss auf die neue Messung erhalte. Das Erste ist namentlich auch bei denjenigen Beobachtungen, welche Herr Leouhard mit mir gemacht hat, immer geschehen, und da ich die sämmtlichen Einstellungen allein notirte, so waren ihm dabei die meinigen gar nicht bekannt. Zur Ablesung und Aufzeichnung der Beobachtungen bedienten wir uns einer Blendlaterne mit möglichst schwacher Flamme, welche nur für diese Augenblicke geöffnet wurde, sonst aber ganz verdunkelt war, weil jeder fremde Lichtschimmer, der neben dem Schein der beobachteten Sterne in's Auge kommen könnte, sehr störend wirkt. Desshalb sind auch bei den späteren Beobachtungen solche Nächte immer vermieden worden, wo der Mond anders als in feiner Sichel am Himmel stand. Stärkerer Mondschein schadet auch desshalb, weil er das Licht aller Sterne im Vergleich mit der Helligkeit des Grundes, auf welchem sie gesehen werden, schwächt, so dass man nur kleinere Verstellungen der Objectivhälften anwenden kann, um noch hinreichend sicher über die gleiche Erleuchtung der Flächen zu urtheilen, also dann aus einer kleineren Grösse einen Schluss ziehen muss. Die ungleiche Erleuchtung der Atmosphäre in der Umgebung von Sternen, die verschiedene Distanz vom Monde haben, ist hingegen Beobachtungen mit dem Prismenphotometer nicht nachtheilig, wie es überhaupt zu den wesentlichen Vortheilen dieses Instru-

mentes gehört, dass es die Helligkeitsverhältnisse der *Sterne* von dem stärkern oder schwächern Lichtschimmer des Grundes unabhängig macht, weil dieser im Fernrohr des Photometers sich für beide zu Einem Mittel vermischt, so dass auf diesem gemeinsamen Grunde die beiden Lichtscheiben dann gleichen Eindruck auf das Auge machen, wenn von beiden Sternen gleich grossen Theilen der Retina gleich viel Licht zugesendet wird *).

Die meiste Vorsicht, um das möglichste Gelingen der Beobachtungen herbeizuführen, ist nöthig in der Auswahl der darauf zu verwendenden Nächte. Der Himmel soll in diesen durchaus rein seyn, und namentlich sollten keine Vergleichen gemacht werden, wenn am Abend durchsichtige Schleierwölken am Himmel zerstreut waren, da diese in der Nacht unsichtbar werden, ohne dass man irgend eine Garantie hat, dass sie wirklich verschwunden sind. In dem Wunsche, bald zu einigen Resultaten zu kommen, habe ich am Anfang meiner Vergleichen öfters auch in Nächten beobachtet, wo ein Theil des Himmels mit Wolken bedeckt war, indem ich mich auf die (auch von Argelander in Schumacher's Jahrbuch für 1844 ausgesprochene) Bemerkung stützte, dass gerade unter solchen Umständen die freien Theile des Firmaments oft mit auffallender Klar-

*) Dass der Lichteindruck, den ein Stern auf unser Auge macht, von der Helligkeit des Grundes, auf dem er erscheint, sehr abhängig ist, und dass man den Stern, verglichen mit einem immer gleich hellen leuchtenden Punkte auf völlig *schwarzem* Grund für um so schwächer schätzt, auf je hellerem Grunde er selbst steht, hat *Herschel* aus seinen Messungen direct nachgewiesen (Beobb. am Cap. p. 368). Er zeigt dort, dass für die Erleuchtungen des Grundes, mit welchen er zu thun hatte, die geschätzte Helligkeit des Sternes umgekehrt dem Quadrate von der seines Grundes proportional ist.

heit leuchten. Dieser Klarheit ist aber, wie ich mich bald überzeugte, nicht zu trauen, und man wird z. B. aus meiner Vergleichung N^o 34 und 35 (Sirius und Capella) sehen, dass Sterne, die den Wolken nahe stehen, merklich heller erscheinen als sonst, indem wahrscheinlich das Wassergas, welches in solchen Gegenden stärker als in andern mit der Atmosphäre gemischt ist, die Durchsichtigkeit begünstigt, gerade wie man bekanntlich bei nassem Wetter entfernte Gegenstände deutlicher sieht, und es zum Beispiel in München allgemein angenommene Witterungsregel ist, aus grosser Deutlichkeit der Alpenkette Regen zu prophezeien. Da man also, wenn ein Theil des Himmels bedeckt ist, guten Grund hat, auf ungleichmässige Durchsichtigkeit des freien Theils der Atmosphäre zu schliessen, so hätten Beobachtungen, die unter solchen Umständen gemacht sind, billig verworfen werden sollen, und noch mehr Veranlassung hätte ich hiezu bei einigen andern gehabt, wo meine Messungen durch aufsteigende Nebel unterbrochen worden sind. Ich habe mir indessen zur Vorschrift machen müssen, bei einer Arbeit, welche den ersten Nachweis der Brauchbarkeit des Instrumentes durch Beobachtungen am Himmel selbst liefern soll, gar keine Auswahl des Materials zu treffen; ich gebe desswegen die Vergleichen ohne Unterdrückung einer Einzigen, und habe sie auch alle ohne Ausnahme bei der Ableitung der Resultate benützt. Es ist klar, dass bei diesem Verfahren der mittlere Fehler einer einzelnen Beobachtung sich grösser ergeben musste, als er bei der Wiederholung ähnlicher Messungen, mit der rätblichen Vorsicht angestellt, ausfallen wird.

Das Instrument, dessen ich mich bediente, hat nur 15,5 Pariser Linien Objectivöffnung, wovon noch ein Theil durch die Quadratschuber abgeschnitten wird. Indessen lassen sich damit Sterne zweiter auf dritter Grösse noch ziemlich gut mit den helleren der

ersten (z. B. Wega) vergleichen. Um aber unter die dritte Grösse zu gehen, müsste man jedenfalls einen lichtstärkeren Photometer haben. Das Glas des Objectivs hat, wie die meisten, besonders älteren, aus dem hiesigen optischen Institut, einen Stich in's Grüne. Dadurch muss in meinen Beobachtungen den röthlichen Sternen einigermaßen Unrecht geschehen seyn. Einen irgend beträchtlichen Einfluss dieses Uebelstandes glaube ich aber nicht besorgen zu müssen (s. hierüber noch in §. 4). — Die verschiedene Farbe der Sterne erschwert natürlich die Vergleichung auch mit dem Prismenphotometer bedeutend, doch scheint mir im Ganzen das Urtheil über die gegenseitige Helligkeit auch von dieser Seite her leichter, wenn man mit den Flächen zerstreuten Lichtes, anstatt der Bilder der Sterne, zu thun hat. —

2.

Wenn zwei Sterne auf die angegebene Art im Photometer verglichen worden sind, so hängt das Resultat der Messung offenbar noch von dem Grade der Durchsichtigkeit beider Prismen nebst ihren zugehörigen Objectivhälften ab. Will man nicht ohne Noth etwas von der erreichbaren Genauigkeit aufopfern, so muss man den Einfluss der jedenfalls verschiedenen Durchsichtigkeit beider Gläser durch passende Anordnung der Beobachtung eliminiren, oder ihn bestimmen. Wenn S und T die Helligkeiten bedeuten, mit welchen zwei (mit den gleichen Buchstaben zu bezeichnende) Sterne dem freien Auge erscheinen, und wenn von einer Lichtmenge 1 durch das Hauptprisma A nebst seiner Objectivhälfte ein Theil $\frac{1}{A}$ durch das Nebenprisma B aber ein Theil $\frac{1}{B}$ hindurchgelassen wird, — wenn ferner α und β diejenigen Verschiebungen beider Objectivhälften bezeichnen, vermöge welcher die Sterne gleich hell er-

scheinen, so wird man nach dem, was im vorigen §. auseinander gesetzt worden ist, — wenn der Stern S durch das Hauptprisma A gesehen worden ist, — haben

$$(1.) \quad \sqrt{\frac{S}{A}} : \sqrt{\frac{T}{B}} = \alpha : \beta.$$

Um das Verhältniss zwischen S und T selbst zu finden, kann man nun das Instrument *umlegen*, d. h. jetzt den Stern T in das Prisma A, und S in das Prisma B nehmen, und die Beobachtung wiederholen. Bezeichnen wieder α' und β' die Verschiebungen (aus der Stellung des deutlichen Bildes) des resp. zum Stern S und zum Stern T gehörigen Objectivschlittens, und hat in der Zwischenzeit die scheinbare Helligkeit beider Sterne sich nicht geändert, so wird jetzt seyn

$$(2.) \quad \sqrt{\frac{S}{B}} : \sqrt{\frac{T}{A}} = \alpha' : \beta'.$$

Um A und B zu eliminiren, kann man die beiden Proportionen mit einander multipliciren, und erhält

$$S : T = \alpha\alpha' : \beta\beta'$$

oder für die logarithmische Rechnung

$$(3.) \quad \log S - \log T = \log \frac{\alpha}{\beta} + \log \frac{\alpha'}{\beta'},$$

so dass auf solche Weise das Resultat von der möglichen Verschiedenheit der Grössen A und B unabhängig wird. Hat man nun noch ein anderes Paar von Sternen, U und W, mit einander verglichen in derjenigen Lage, wo U sich im Hauptprisma befindet, so wird auch seyn

$$(4.) \quad \sqrt{\frac{U}{A}} : \sqrt{\frac{W}{B}} = a : b$$

(wenn hier die Verstellungen a und b heissen), und es ist, um U : W zu finden, nicht nöthig, auch für dieses Paar Sterne das

Instrument umzulegen. Denn durch Division von Gl. 1. durch Gl. 2. findet sich das Verhältniss $\frac{A}{B}$ wie folgt:

$$1 : \frac{A}{B} = \frac{\alpha\beta'}{\alpha'\beta}$$

oder

$$(5.) \log \frac{A}{B} = \log \frac{\alpha'}{\beta} - \log \frac{\alpha}{\beta'}$$

und man hat dann aus (4.)

$$(6.) \log U - \log W = 2 \log \frac{\alpha}{\beta} + \log \frac{A}{B},$$

so dass der Einmal aus (5.) gefundene Werth von $\log \frac{A}{B}$ nur als constante Correction zu den Logarithmen der direct gefundenen Helligkeitsverhältnisse addirt werden muss, um die Verschiedenheit der Prismen zu eliminiren.

Man kann denselben $\log \frac{A}{B}$ noch auf eine andere Art bestimmen. Richtet man nämlich beide Prismen des Photometers auf den nämlichen Stern, und vergleicht also die Helligkeit der beiden Bilder desselben mit einander, so wird in diesem Falle in Gl. (4.) an die Stelle von U und W Ein und dieselbe Grösse treten, die sich sofort aufhebt, und wenn hier α und β die Verschiebungen des zu A und resp. B gehörigen Schlittens bedeuten, so hat man einfach

$$1 : \sqrt{\frac{A}{B}} = \alpha : \beta$$

also auch

$$(7.) \log \frac{A}{B} = - 2 \log \frac{\alpha}{\beta},$$

welcher Werth nun eben so gut als der aus (5.) sich ergebende in die Gl. 6. substituirt werden kann.

Es ist ein Nachtheil dieser zweiten Bestimmungsart des *Prismenverhältnisses* (so werde ich mir erlauben der Kürze wegen die

Grösse $\frac{A}{B}$ oder $\frac{B}{A}$ zu nennen) im Vergleich mit der ersten, dass man bei jener durch den Factor 2, der rechts in 7. vorkommt, den Fehler der Beobachtung nothwendig verdoppelt. Dies findet bei Gl. (5.) nicht statt; aber dennoch verdient in der Mehrzahl der Fälle die Methode, das Prismenverhältniss durch Vergleichung eines Sterns mit sich selbst zu bestimmen, entschieden den Vorzug vor der, es durch Umlegen des Instruments zwischen zwei Sternen zu finden. Die Vergleichung ist weit leichter, und also sicherer, wenn beide Prismen denselben Stern zeigen; man hat in diesem Fall ganz gleichfarbige Lichtflächen, kann einen Stern von ganz ruhigem Schein und bequemer Stellung nach Belieben wählen, und riskirt nicht einmal einen Fehler, wenn er seine scheinbare Helligkeit während der Wiederholung der Beobachtung ändert, weil jede Veränderung beide Bilder in gleichem Grade trifft. Wenn dagegen bei der andern Methode einer der beiden Sterne in etwas merklichem Steigen oder Sinken begriffen ist, so werden die Buchstaben S und T in (1.) und in (2.) nicht genau dieselben Grössen bezeichnen (da die scheinbare Helligkeit sich mit der Höhe des Gestirns ändert), und obwohl man sich leicht überzeugt, dass die Gl. (3.) noch giltig bleibt (vorausgesetzt, dass man in ihr unter S und T die mittleren scheinbaren Helligkeiten versteht), so wird doch die Uebertragung fehlerhaft, welche man nach Gl. (5.) und (6.) von solchen Beobachtungen auf das Resultat der Vergleichung eines andern Sternpaares zu machen hätte. Nachdem namentlich dieser letzte Uebelstand (welcher den zuerst angeführten der andern Methode bei weitem überwiegt) auch aus der Berechnung der Beobachtungen selbst klar hervorgetreten war (vgl. Beob. von 1845 April 3), so habe ich daher später immer die Methode der Vergleichung eines Sterns mit sich selbst vorgezogen, wo es sich darum handelte, den einmal gefundenen Werth des Prismenverhältnisses auf die Beobachtungen

mehrerer Sternpaare anzuwenden. Denn für jedes einzelne unter denselben die Umwechslung der Prismen und Objectivhälften vorzunehmen, würde zwar genügende Resultate geben, aber wenigstens bei der Aufstellungsart des Instrumentes, mit welchem ich beobachtete, zu viel Zeit fordern.

Es hat sich gezeigt, dass man nicht annehmen kann, dass das Durchsichtigkeitsverhältniss $\frac{A}{B}$ von Nacht zu Nacht constant bleibt. Meine verschiedenen Bestimmungen kommen zwar mit nur ein Paar Ausnahmen darin überein, dass sie eine merklich grössere Durchsichtigkeit des Prisma's B ergeben, als die von A ist, der Werth ist aber Schwankungen unterworfen, die sich leicht erklären, da dies Verhältniss nicht nur von der innern Klarheit der Glasmasse beider Prismen und der zugehörigen Objectivhälften und von der Politur ihrer Oberflächen, sondern offenbar auch von dem Zustande von Reinheit der letzteren abhängt. Man kann aber (ohne das ganze Instrument zu zerlegen) nur Einer von den zehn Flächen (drei für jedes Prisma und zwei für jede Objectivhälfte) gut bekommen, um sie zu reinigen. Es war daher durchaus nöthig, das „Prismenverhältniss“ für jede Nacht eigens zu bestimmen. Oefters habe ich auch mehrere Bestimmungen in Einer Nacht gemacht (von denen übrigens jede einzelne ohnedies immer aus mindestens etwa vier Einstellungen über und ebenso vielen unter dem Bilde besteht), und alsdann bei der Berechnung das Mittel angewendet.

Wenn die Vergleichung zweier Sterne auf beiden Seiten des Bildes gemacht ist (d. h. indem die Objectivhälften von der Lage des deutlichen Bildes aus sowohl nach dem Oculare zu als auch von demselben weg verschoben worden sind), — wie dies mit Ausnahme von ein paar Beobachtungen, die unterbrochen wurden, immer geschehen ist, — so braucht man die Lage des Bildes nicht zu

kennen, um von ihr aus die Verstellungen der Objectivschlitten zu rechnen, sondern kann sie vortheilhafter ganz eliminiren. Es mögen S und T wie oben die Helligkeiten zweier Sterne bedeuten, p und q für die dem Ocular genäherte Stellung der Objectivhälften die Ablesungen der Stellung der dieselben tragenden Schlitten an einer Scala, deren Zahlen vom Ocular gegen das Objectiv zu wachsen, p' und q' die entsprechenden Ablesungen für die vom Ocular entfernte Stellung, i und k die Ablesungen für beide Schlitten, wenn sie so gestellt sind, dass man die Sterne möglichst scharf als Punkte sieht, — so wird man (hier abgesehen von verschiedener Durchsichtigkeit der Prismen etc.) nach dem Früheren haben

$$\text{I. Lage über dem Bild: } \sqrt{S} : \sqrt{T} = i - p : k - q$$

$$\text{II. Lage unter dem Bild: } \sqrt{S} : \sqrt{T} = p' - i : q' - k$$

Daher auch

$$\text{III. } \sqrt{S} : \sqrt{T} = p' - p : q' - q.$$

Man kann sich daher unter den Grössen, die vorher mit α , β , α' , β' etc. bezeichnet worden sind, anstatt der Verstellungen der Objectivschlitten von der Bildlage aus, gleich die ganze Verschiebung $p' - p$, $q' - q$ denken, welche jeder von der Lage über dem Bild bis zu der unter dem Bild erhalten hat. Man hat dann den Vortheil, dass die unnöthigen Grössen i , k , hinausgehen, und man mit grösseren Zahlen zu thun bekommt, welche durch kleine Beobachtungsfehler weniger entstellt sind. Auf diese Art sind die Messungen daher berechnet worden, und die Kenntniss der Lage des Bildes oder der Werthe von i und k wurde nur benützt, um sich aus der ungefähren Uebereinstimmung der Werthe von $\frac{i-p}{k-q}$ und $\frac{p'-i}{q'-k}$ zu überzeugen, dass die Beobachtung in Ordnung war.

Das Vergleichen desselben Sternpaares sowohl über als unter

dem Bilde hat ausserdem auch noch den Vortheil, dass die beiden Lichtdreiecke bei dem Uebergang von einer Lage in die andere ihre Stellung wechseln, so dass dasjenige, welches sich Anfangs links befand, nachher rechts erscheint und umgekehrt. In Folge dessen wird der nachtheilige Einfluss einer möglicher Weise verschiedenen Empfindlichkeit der verschiedenen Theile der Netzhaut grösstentheils eliminiert werden.

Sind (wie dies immer geschah) in gleicher Lage des Instrumentes mehrere Einstellungen gemacht worden, so erhält man das mittlere Resultat aus denselben am bequemsten, wenn die Beobachtung so angeordnet war, dass der Eine Objectivschlitten fest stehen geblieben ist, wo man mit der Ablesung desselben nur das Mittel der Ablesungen des andern zu combiniren braucht. Eine fernere kleine Bequemlichkeit gewährt es, diesen festzustellenden Schlitten an die äusserste Gränze seiner Verschiebbarkeit zu führen, weil in diesem Fall seine ganze Verrückung Ein für allemal constant ist und gar nicht abgelesen zu werden braucht. Man muss hiezu natürlich denjenigen Schuber wählen, welcher den hellern Stern zeigt, und darf dies Verfahren nicht anwenden, wenn der Unterschied beider Sterne im Photometer nicht sehr entschieden ist, so dass man bei einzelnen Einstellungen versucht seyn könnte, den andern für heller zu schätzen. Sonst hat die möglichst grosse Verschiebung der Objectivhälften (wenn die Sterne dazu überhaupt Licht genug haben) auch den Vortheil, dass man über die Unterschiede der beiden sehr geschwächten Lichtscheiben sicherer urtheilt, als bei grösserer Helligkeit*), und dass die übrig bleibenden Unsicher-

*) Auch *Herschel* führt an (Beob. am Cap., p. 357 Note), dass wenn das Licht der Sterne auf passende Weise geschwächt wird, geringe Ungleichheiten hervortreten, die sich sonst dem Auge entzogen hätten.

heiten der Einstellung bei gleicher Grösse geringeren Einfluss auf das Resultat erhalten.

Die Objectivschlitten des von mir gebrauchten Instruments sind auf Ablesung mit Nonien eingerichtet, von welcher jedoch nie Gebrauch gemacht wurde, weil das Auge dadurch umöthig auf eine für die Beurtheilung der Helligkeiten nachtheilige Weise angestrengt worden wäre. Statt dessen wurde an der Scala selbst, die in Pariser Linien getheilt ist, immer die Stellung des dem Oculare näheren Schlitten-Endes abgelesen, und die Zehntel der Linien geschätzt. Die Unsicherheiten der Einstellung sind immerhin beträchtlich grösser als die einer nur auf solche Art gemachten Ablesung. Ebenso ist auch die Stellung der Quadratschuber, welche die Objectiv-Oeffnung verändern, nie abgelesen worden, da sie überhaupt nicht hätten gebraucht werden dürfen, wenn ihre Stellung irgend einen wahrnehmbaren Einfluss auf das Resultat der Messung hätte.

Hingegen war es nöthig, die Zeit der Beobachtungen zu notiren, um mit Hilfe derselben die Zenitdistanzen der Sterne zu rechnen, von welchen die Extinction des Lichtes in der Atmosphäre Function ist. Grosse Genauigkeit ist dabei nicht nöthig, daher ich mich blos einer Taschenuhr bediente, deren Stand gegen die (nach Beobachtungen der Sonne gerichtete) Normaluhr auf der k. Akademie d. W. bekannt war. In der Formel, welche die Zenitdistanzen mittelst der Stundenwinkel gibt

$$\cos z = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t$$

kann man zu diesem Zwecke $\sin \varphi \sin \delta$ und $\log. \cos \varphi \cos \delta$ für längere Zeit als Constanten des Sterns ansehen, indem es ganz unöthig ist, mehr als Zehntels-Grade in der Rechnung zu berücksichtigen, — ausgenommen etwa bei sehr tiefem Stande des Sternes.

Für den Beobachtungsort wurde angenommen:

$$\log \sin \varphi = 9,87202; \log \cos \varphi = 9,82434.$$

Die einzelnen von mir (und zwar vom August 1844 bis September 1848) gemachten Beobachtungen, ohne irgend eine Auswahl, sind in der *Beilage*, einem Abdrucke des Beobachtungsjournals, in der Originalform mitgetheilt. Es sind ihrer in allem 107, angestellt in 46 Nächten, und zwar 70 Vergleichen von Fixsternen erster Grösse unter sich, 28 des Polarsterns mit helleren Sternen, und 9 von Planeten mit Fixsternen. Da jede einzelne Vergleichung, wie die Beilage zeigt, auf durchschnittlich etwa 8 Ablesungen gegründet ist, und dazu noch die Messungen kommen, welche zur Bestimmung des Prismenverhältnisses gemacht sind, so ist die Zahl aller einzelnen Einstellungen des Photometers, auf welchen meine Resultate beruhen, natürlich weit grösser, und zwar übersteigt sie Elfhundert.

3.

Die Resultate der 107 Beobachtungen, berechnet nach den im vorigen §. dargelegten Principien (namentlich also unabhängig gemacht von der Verschiedenheit der Prismen) enthält das folgende Tableau in logarithmischer Form, zugleich mit den berechneten wahren (nicht scheinbaren) Zenitdistanzen der Sterne und mit den Grössen, welche zur schliesslichen Berechnung noch nöthig sind, und über deren Ermittlung das weiter Folgende Aufschluss geben wird. Die Planeten-Beobachtungen sind von denen der Fixsterne unter sich getrennt, weil bei jenen keine constante Helligkeit statt findet; die Beobachtungen des Polarsterns sind ebenfalls besonders gestellt, weil es aus ihnen in hohem Grade wahrscheinlich wird, dass dieser Stern variabel ist (vgl. hierüber §. 5. C.) und man ihnen, sollte

diese Annahme nicht zugelassen werden, jedenfalls einen viel grössern mittlern Fehler zuschreiben müsste, als den Vergleichen der Sterne erster Grösse unter sich, so dass sie mit den letzteren nicht zur Ableitung der Extinction des Lichtes in der Atmosphäre verbunden werden dürfen.

(Bei den Vergleichen der Sterne erster Grösse unter sich sind unter „log des beob. Verhältn.“ zwei Zahlen angegeben, von denen die *erste* dasselbe ausdrückt, wenn man sich die Helligkeit des zuerst genannten Sterns im Zähler denkt, die *zweite* im umgekehrten Fall. Was die Bildung der Extinctionsgrössen gz betrifft, so folgt über diese das Nähere hernach. Ebenso vergl. über die Bedeutung der letzten Columnne bei den Planetenbeob. den Anhang, bei IV. — Resultate, welche schon durch die Umstände der Beobachtung, Wolken etc. als besonders unsicher indicirt werden, sind mit : bezeichnet, wo dann das Nähere aus dem Beobachtungs-Journal (s. die Beilage) zu ersehen ist.)

Tableau der Resultate sämmtlicher Vergleichungen.

I. Beobachtungen von Sternen erster Grösse.

N ^o d. Beob.	Datum	Wahre Zenitd.	Name	qz	Logarithmus des beob. Verhält.	qz	Name	Wahre Zenitd.	
3	1844 Nvb. 10	61 ^o 20	Capella	0,107	9,8500	0,1500	0,027	Wega	44 ^o 30
13	Nvb. 19	51 49	Capella	0,052	9,9280	0,0720	0,069	Wega	55 28
15	Nvb. 20	56 14	Capella	0,073	9,9116	0,0884	0,047	Wega	50 35
20	Decb. 4	54 50	Capella	0,066	9,9436	0,0564	0,054	Wega	52 9
21	Decb. 5	55 59	Capella	0,072	9,8933	0,1067	0,048	Wega	50 52
25	Decb. 8	46 30	Capella	0,032	9,9670	0,0330	0,098	Wega	60 6
28	Decb. 22	43 59	Capella	0,026	0,0540	9,9460	0,209	Wega	71 20
29	Decb. 28	32 7	Capella	0,009	0,3026	9,6974	0,243	Wega	73 37
32	1845 Jan. 27	14 24	Capella	0,001	9,5108	0,4892	0,282	Sirius	75 43
34	Jan. 28	10 40	Capella	0	9,3530	0,6470	0,237	Sirius	73 16
35	Febr. 8	10 58	Capella	0	9,1290	0,8710	0,140	Sirius	64 58
36	Febr. 8	14 55	Capella	0,001	9,9570	0,0430	0,027	Procyon	44 16
37	Febr. 25	13 40	Capella	0,001	9,4124	0,5876	0,135	Sirius	64 29
38	April 1	43 33	Capella	0,025	9,5811	0,4189	0,266	Sirius	74 55
39	April 2	43 33	Capella	0,025	9,5353	0,4647	0,266	Sirius	74 55
40*)	April 2	48 0	Capella	0,038	0,0195	9,9805	0,056	Procyon	52 41
41	April 3	42 38	Capella	0,022	9,5654	0,4346	0,255	Sirius	74 18
42	April 3	46 20	Capella	0,034	0,5948	9,4052	0,563	Rigel	83 13
43	April 3	49 4	Capella	0,041	0,2764	9,7236	0,441	Wega	81 10
44	April 4	41 58	Capella	0,021	9,5159	0,4841	0,246	Sirius	73 49
45	April 4	49 13	Capella	0,042	0,4056	9,5944	0,432	Wega	81 2
46	April 4	53 22	Capella	0,059	0,1489	9,8511	0,081	Procyon	57 34
47	April 5	42 20	Capella	0,022	9,5221	0,4779	0,250	Sirius	74 4
48	April 5	48 41	Capella	0,040	0,3643	9,6357	0,012	Regulus	35 28
49	April 5	51 39	Capella	0,052	0,0045	9,9955	0,055	Arcturus	52 27
50	Juli 6	10 0	Wega	0	0,1452	9,8548	0,074	Arcturus	56 29
51	Juli 7	13 20	Wega	0	0,1492	9,8508	0,050	Arcturus	51 20
52	Juli 30	32 4	Capella	0,514	9,4426	0,5574	0	Wega	11 52
53	Juli 30	20 33	Wega	0,003	0,2543	9,7457	0,228	Arcturus	72 40

*) Anmerkung. Bei der Berechnung der Beob. N^o 40 wurde das Prismenverhältniss nicht so angenommen, wie es aus der Beob. N^o 39 folgt; weil nämlich während der letztern Sirius im Sinken war, musste die Zahl dadurch entstellte seyn (vgl. die Bemerk. in §. 2); ich habe angenommen, dass sie einer eben so grossen Correction bedarf, als sich aus den Beobd. des folgenden Tages für das aus Vgl. N^o 41 bestimmte Prismenverhältniss ergibt, wenn man das Resultat der Vgl. Capella's mit sich selbst (nach N^o 43) als richtig betrachtet. Die Annahme ist dadurch begründet, dass die Beob. N^o 39 und 41 ganz ähnliche Umstände haben. N^o 40 ist übrigens ohnedies unsicher.

N ^o d. Beob.	Datum	Wahre Zenitd.	Name	φz	Logarithmus des beob. Verhält.		φz	Name	Wahre Zenitd.
54	1845 Juli 31	80° 50'	Capella	0,420	9,5790	0,4210	0,001	Wega	14° 10'
56	Aug. 23	73 40	Capella	0,244	9,5814	0,4186	0,006	Wega	27 5
57	Aug. 23	32 29	Wega	0,009	0,3812	9,6188	0,029	Altair	45 11
59	Aug. 24	74 44	Capella	0,263	9,6610:	0,3390:	0,005	Wega	25 22
60	Aug. 25	80 15	Capella	0,397	9,5410	0,4590	0,001	Wega	15 17
64	Sept. 1	76 16	Capella	0,293	9,7006	0,2994	0,004	Wega	22 42
66	Sept. 1	31 26	Wega	0,008	0,8578	9,1422	0,797:	Arcturus	86 17
69	Sept. 2	78 6	Capella	0,336	9,8804	0,1196	0,282	Arcturus	75 42
70	Sept. 2	75 29	Capella	0,278	9,6898:	0,3102:	0,004	Wega	24 3
71	Sept. 2	29 1	Wega	0,007	0,4676	9,5324	0	Deneb	6 0
73	Nvb. 4	50 46	Capella	0,048	9,8784	0,1216	0,075	Wega	56 38
74	Nvb. 5	56 37	Capella	0,075	9,8968	0,1032	0,046	Wega	50 8
75	Nvb. 5	45 35	Capella	0,030	0,4162	9,5838	0,082	Aldebaran	57 53
78	Nvb 29	50 3	Capella	0,045	9,8864	0,1136	0,079	Wega	57 19
79	Nvb. 29	59 42	Wega	0,095	0,4459	9,5541	0,014	Deneb	37 2
80	Nvb. 29	28 51	Capella	0,007	0,0980	9,9020	0,290	Wega	76 6
81	Nvb. 29	25 27	Capella	0,005	0,0054	9,9946	0,148	Rigel	65 45
83	Nvb. 29	17 18	Capella	0,001	9,5892	0,4108	0,326	Sirius	77 43
84	1846 Febr. 22	9,9	Capella	0	9,4230:	0,5770:	0,083	Rigel	58,0
86	Febr. 26	65 46	Sirius	0,147	0,6138	9,3862	0,140	Rigel	65 3
87	Febr. 26	43 5	Procyon	0,023	0,3428	9,6572	0,065	Aldebaran	54 35
88	Febr. 26	33 25	Capella	0,010	0,1046	9,8954	0,207	Rigel	71 13
89	Febr. 26	69 30	Sirius	0,185	1,0908	8,9092	0,228	Rigel	72 40
90	Mai 21	76,03	Capella	0,289	0,3576	9,6424	0,192	Pollux	70,1
91	Mai 21	59,35	Spica	0,092	0,3903	9,6097	0,239	Pollux	73,4
92	Mai 21	60,15	Spica	0,098	0,1936	9,8064	0,130	Regulus	64,0
93	Mai 22	59,0	Spica	0,090	9,6113	0,3887	0,045	Wega	50,0
94	Mai 22	47,1	Wega	0,034	0,6353	9,3647	0,114	Regulus	62,2
95	Juni 1	39 33	Wega	0,017	0,4177	9,5823	0,114	Spica	62 16
96	Juni 1	32 57	Arcturus	0,010	0,3490	9,6510	0,136	Spica	64 33
97	Juni 1	74 22	Antares	0,257	9,7762	0,2238	0,234	Spica	73 5
98	Juni 2	82 50	Capella	0,550	9,8066:	0,1934:	0,180	Altair	68 58
99	Juni 2	50 5	Deneb	0,046	9,8622	0,1378	0,145	Altair	65 28
100	Juni 2	39 50	Arcturus	0,017	0,5991	9,4009	0,254	Antares	74 15
101	Juni 2	43 8	Arcturus	0,023	0,2548	9,7452	0,031	Altair	46 8
102	Aug. 26	12 46	Deneb	0	9,738..:	0,262..:	0,017	Altair	39 52
103	1848 Aug. 7	71 44	Arcturus	0,214	0,0875	9,9125	0,017	Altair	39 41
104	Aug 7	21 41	Wega	0,003	0,3123:	9,6877:	0,018	Altair	40 25
105	Sept. 21	27 15	Wega	0,006	0,3242	9,6758	0,022	Altair	42 24
106	Sept. 21	16 34	Deneb	0,001	9,8372	0,1628	0,046	Altair	50 20
107	Sept. 21	47 52	Wega	0,037	0,4320	9,5680	0,005	Deneb	24 35

II. Beobachtungen des Polarsterns.

N ^o d Beob.	D a t u m	Verglichner Stern	Wahre Zenitd. des Polaris	qz	Logar. Beob. Polaris : *	qz	Wahre Zenitd. d. vgl.*
1	1844 Aug. 2	Capella	42,1 ⁰	0,021	9,7965	0,562	83,2 ⁰
2	Nvb. 9	Capella	40,6	0,018	9,1958	0,055	52,5
4	Nvb. 10	Wega	40,6	0,018	9,0932	0,034	47,0
5	Nvb. 10: 8 ^b 57'	Algol	40,4	0,018	9,9331	0,007	29,4
6	Nvb. 17	Aldebaran	40,8	0,019	9,0945	0,454	81,5
7	Nvb. 17	Capella	40,6	0,018	9,3370	0,104	61,0
8	Nvb. 17	Aldebaran	40,5	0,018	9,7570	0,167	67,7
9	Nvb. 17	Procyon	40,7	0,018	9,2612	0,153	66,3
10	Nvb. 17	Capella	40,8	0,019	9,2434	0	10,8
11	Nvb. 19	Capella	40,8	0,019	9,2230	0,134	64,4
12	Nvb. 19	Wega	40,5	0,018	9,0457	0,042	49,3
14	Nvb. 20	Wega	40,7	0,018	9,1042	0,022	42,3
16	Nvb. 20	Aldebaran	40,5	0,018	9,7503	0,153	66,3
17	Decb. 3	Wega	40,5	0,018	9,1677	0,041	49,0
18	Decb. 3	Capella	40,5	0,018	9,2389	0,061	53,7
19	Decb. 4	Capella	40,5	0,018	9,1166	0,078	57,2
22	Decb. 5	Capella	40,4	0,018	8,8277	0,047	50,5
23	Decb. 6	Capella	40,4	0,018	9,2172	0,038	47,9
24	Decb. 8	Capella	40,4	0,018	9,1951	0,047	50,6
26	Decb. 10	Capella	40,4	0,018	9,2429	0,009	31,8
27	Decb. 18	Capella	40,4	0,018	9,1376	0,045	50,0
30	Decb. 28	Capella	40,5	0,018	9,1378	0,029	45,4
31	Decb. 31	Capella	40,4	0,018	9,0286:	0,013	36,5
33	1845 Jan. 27	Capella	40,9	0,019	9,2907	0	8,4
58	Aug. 24	Wega	41,6	0,020	9,1653	0,001	16,9
61	Aug. 25	Wega	41,4	0,020	9,1050	0,003	20,8
65	Sept. 1	Wega	41,1	0,019	9,1468	0,007	28,7
82	Nov. 29	Capella	40,6	0,018	8,5952	0,003	21,2

III. *Vergleichungen von Planeten mit Fixsternen.*

N ^o d. Beob.	D a t u m	Wahre Zenitd. des Planet.	Planet	φz	log Beob. Planet : *	φz	Stern	Wahre Zenitd. d. *	log. \odot : Plan. +log Alb
55	1845 Aug. 23	70° 41'	Mars	0,200	0,7044	0,004	Wega	22° 56'	8,9384
62	Aug. 25	77 18	Jupiter	0,316	0,5617	0,006	Wega	26 37	9,5444
63	Aug. 25	68 4	Mars	0,180	0,6474	0,012	Wega	35 30	8,9438
67	Sept. 1	64 21	Jupiter	0,133	0,7920	0,017	Wega	39 34	9,5252
68	Sept. 1	70,3	Mars	0,195	0,6639	0,038	Wega	48 6	8,9771
72	Nvb. 4	48 2	Jupiter	0,038	0,9809	0,065	Wega	54 39	9,4338
76	Nvb. 5	39 57	Jupiter	0,017	0,9700:	0,144	Wega	65 22	9,4338
77	Nvb. 5	73,4	Mars	0,239	0,0276:	0,213	Wega	71 38	9,6181
85	1846 Febr. 26	68 58	Jupiter	0,180	0,1614	0,140	Sirius	65 3	9,7123

Zur leichtern Uebersicht dieses Materials setze ich noch folgendes Täfelchen bei, in welchem die Fixsterne nach alphabetischer Ordnung ihrer Namen aufgeführt sind, und worin jede Vergleichung doppelt vorkommt.

Es ist verglichen

Aldebaran mit Capella 1 mal [N^o 75].
 (α Tauri) Polarstern 3 mal [6, 8, 16].
 Procyon 1 mal [87].
 Summe 5 mal.

Algol mit Polarstern 1 mal [N^o 5].
 (β Persei)

Antares mit Arctur 1 mal [N^o 100].
 (α Scorpii) Spica 1 mal [97].
 Summe 2 mal.

<i>Arcturus</i> (α Bootis)	mit	Antares	1 mal [N ^o 100].
		Attair	2 mal [101, 103].
		Capella	2 mal [49, 69].
		Spica	1 mal [96].
		Wega	4 mal [50, 51, 53, 66].
			Summe 10 mal.
<i>Attair</i> (α Aquilae)	mit	Arctur	2 mal [N ^o 101, 103].
		Capella	1 mal [98].
		Deneb	3 mal [99, 102, 106].
		Wega	3 mal [57, 104, 105].
			Summe 9 mal.
<i>Capella</i> (α Aurigae)	mit	Aldebaran	1 mal [N ^o 75].
		Arctur	2 mal [49, 69].
		Attair	1 mal [98].
		Polarstern	16 mal [1, 2, 7, 10, 11, 18, 19, 22, 23, 24, 26, 27, 30, 31, 33, 82].
		Pollux	1 mal [90].
		Procyon	3 mal [36, 40, 46].
		Regulus	1 mal [48].
		Rigel	4 mal [42, 81, 84, 88].
		Sirius	10 mal [32, 34, 35, 37, 38, 39, 41, 44, 47, 83].
		Wega	21 mal [3, 13, 15, 20, 21, 25, 28, 29, 43, 45, 52, 54, 56, 59, 60, 64, 70, 73, 74, 78, 80].
			Summe 60 mal.
<i>Deneb</i> (α Cygni)	mit	Attair	3 mal [N ^o 99, 102, 106].
		Wega	3 mal [71, 79, 107].
			Summe 6 mal.
<i>Polarstern</i> (α Ursae minor.)	mit	Aldebaran	3 mal [N ^o 6, 8, 16].
		Algol	1 mal [5].
		Capella	16 mal [1, 2, 7, 10, 11, 18, 19, 22, 23, 24, 26, 27, 30, 31, 33, 82].
		Procyon	1 mal [9].
		Wega	7 mal [4, 12, 14, 17, 58, 61, 65].
			Summe 28 mal.

<i>Pollux</i> (β Geminorum)	mit Capella	1 mal [N ^o 90].
	Spica	1 mal [91].
	Summe	2 mal.
<i>Procyon</i> (α Canis minor.)	mit Aldebaran	1 mal [N ^o 87].
	Capella	3 mal [36, 40, 46].
	Polarstern	1 mal [9].
	Summe	5 mal.
<i>Regulus</i> (α Leonis)	mit Capella	1 mal [N ^o 48].
	Spica	1 mal [92].
	Wega	1 mal [94].
	Summe	3 mal.
<i>Rigel</i> (β Orionis)	mit Capella	4 mal [N ^o 42, 81, 84, 87].
	Sirius	2 mal [86, 89].
	Summe	6 mal.
<i>Sirius</i> (α Canis major.)	mit Capella	10 mal [N ^o 32, 34, 35, 37, 38, 39, 41, 44, 47, 83].
	Rigel	2 mal [86, 89].
	Jupiter	1 mal [85].
	Summe	13 mal.
<i>Spica</i> (α Virginis)	mit Antares	1 mal [N ^o 97].
	Arctur	1 mal [96].
	Pollux	1 mal [91].
	Regulus	1 mal [92].
	Wega	2 mal [93, 95].
	Summe	6 mal.
<i>Wega</i> (α Lyrae)	mit Arctur	4 mal [N ^o 50, 51, 53, 66].
	Altair	3 mal [57, 104, 105].
	Capella	21 mal [3, 13, 15, 20, 21, 25, 28, 29, 43, 45, 52, 54, 56, 59, 60, 64, 70, 73, 74, 78, 80].
	Deneb	3 mal [71, 79, 107].
	Polarstern	7 mal [4, 12, 14, 17, 58, 61, 65].
	Spica	2 mal [93, 95].
	Regulus	1 mal [94].
	Jupiter	4 mal [62, 67, 72, 76].
	Mars	4 mal [55, 63, 68, 77].
	Summe	49 mal.

<i>Jupiter</i>	mit Sirius	1 mal [N ^o 85].
	Wega	4 mal [62, 67, 72, 76].
	Summe	5 mal.
<i>Mars</i>	mit Wega	4 mal [N ^o 55, 63, 68, 77].

Rechnet man die Beobachtung des veränderlichen Algol nicht mit, weil sie allein steht und daher vorläufig keinen Werth hat, so kommen noch 14 Fixsterne und zwei Planeten in den Vergleichen vor, und zwar unter den ersteren, neben dem Polarstern, sämmtliche bei uns sichtbare Sterne erster Grösse mit Ausnahme von α Orionis oder Beteigeuze, der von Herschel als variabel erkannt worden ist, — dann noch einige, die den Uebergang zur zweiten Grösse bilden, unter welchen jedoch α Piscis austrini (Fomelhut) des tiefen Standes wegen nicht mitgenommen ist.

Die Vergleichen des Polarsterns mit andern Sternen wurden gleich am Anfange meiner Beobachtungen in der Absicht begonnen, da die Höhe des erstern so gut als constant ist, auf möglichst einfache Weise zur Kenntniss der verschiedenen Extinctionen zu gelangen, welchen das Licht eines andern, seine Zenitdistanz stark verändernden Sterns, je nach seiner Stellung unterworfen ist. Da sich aber bald zeigte, dass die Vergleichen mit dem Polarstern viel weniger übereinstimmende Resultate lieferten, als die anderer Sterne unter sich, so wurden jene nur mehr wegen des Interesses fortgesetzt, das ein von allen Astronomen so oft beobachteter Stern vor andern voraus hat, und dafür, um das Gesetz der Extinctionen vorläufig zu ermitteln, möglichst häufige Vergleichen der beiden Sterne Wega und Capella mit einander angestellt. Diese empfehlen sich durch ihre Stellung, vermöge deren bald die Eine bald die andere hoch am Himmel verweilt, während die andere dem Horizont nahe ist, und wieder zu anderen Zeiten beide

sich in mittleren Höhen befinden. Ausserdem sind sie nahe gleich hell und die Farben (weissblau bei Wega und gelblich bei Capella) sind nicht so hervortretend, dass sie die Vergleichung bedeutend erschweren. Da durch diese zahlreichen Messungen zugleich das Helligkeitsverhältniss beider Sterne selbst weit genauer bekannt geworden ist, als für irgend ein anderes Paar, so betrachtete ich dann diese beiden als eine Art Normalsterne für meine Beobachtungen, und habe jeden andern zu bestimmenden Stern wenigstens mit Einem von ihnen direct verglichen, den einzigen Antares ausgenommen, dessen Stellung es mir nicht erlaubte. Ausserdem wurden die Beobachtungen sonst möglichst gekrenzt, um zahlreiche Controlen zu erhalten, und es ist kein Fixstern (Algol abgerechnet) nicht wenigstens mit zwei andern verglichen worden.

Wenn man annimmt, dass in derselben Zenitdistanz von dem Licht aller Sterne ein gleicher aliquoter Theil (Function der Zenitdistanz allein) bei dem Durchgang durch die Atmosphäre verloren geht, und dass die positive Grösse

$$qs$$

den (Briggischen) Logarithmus bedeutet des constanten Verhältnisses zwischen der Helligkeit eines Sterns, im Scheitelpunkt gedacht, und der desselben Sterns in der Zenitdistanz z , so wird jede Vergleichung zweier Sterne eine Gleichung liefern

IV. *log.* Wahres Helligkeitsverhältniss = *log.* Beobacht. Helligk. Verh.
 $+ qs - qs'$

wo z die Zenitdistanz desjenigen Sterns bedeutet, dessen Helligkeit man sich im Zähler des Verhältnisses gesetzt denkt, und z' die des andern. Hat man dieselben (nicht variablen) Sterne mehrmals verglichen, so hat die Grösse links für alle diese Beobachtungen denselben (unbekannten) Werth, während rechts bei allen die erste

Grösse und die Argumente z , z' der Functionen φz , $\varphi z'$ gegeben sind, die Werthe der letztern selbst aber ebenfalls noch ermittelt werden müssen. In dieser logarithmischen Form haben daher die Gleichungen ganz ähnliche Gestalt, wie diejenigen, welchen man bei der Berichtigung einer Thermometerscala nach *Bessel's* Methode zu genügen hat, doch hat man in unserm Falle den Vortheil, dass die Function φz , welche für $z = 0$ nothwendig verschwindet, einen einfachen Gang haben und mit z zugleich beständig wachsen muss. Um die Werthe, welche sie bei mittlerer Durchsichtigkeit der Luft hat, zugleich mit den noch unbekanntem wahren Helligkeitsverhältnissen der Sterne zu erlangen, muss ein Verfahren successiver Näherung angewandt werden.

Wählt man unter den für diesen Zweck angestellten 21 Vergleichen von Wega und Capella solche aus, wo die Zenitdistanzen beider nahe gleich sind, also in der obigen Vgl. $\varphi z = \varphi z'$ näherungsweise angenommen werden kann (z. B. N^o 73, 74, 78), so erhält man einen vorläufigen Werth für den Log. des wahren Helligkeitsverhältnisses beider Sterne, der sogleich noch etwas verbessert werden kann, wenn man aus je zwei *solchen* Beobachtungsgleichungen, in welchen z und z' nahezu ihre Werthe tauschen, die Mittel hinzunimmt. Auf solche Weise kann nun die linke Seite der Gl. IV. einstweilen als bekannt angesehen werden, so dass man aus derselben für eine Reihe von gegebenen z und z' die $\varphi z - \varphi z'$ erhält. Die beiden hier vermischten Functionwerthe trennen sich am leichtesten durch eine graphische Methode: man denke sich die Werthe der Zenitdistanzen als Abscissen, die der zugehörigen φz als Ordinaten einer Curve, welche nothwendig im Anfangspunkt die Abscissenaxe berühren muss. Vernachlässigt man nun in irgend einer der Beobachtungsgleichungen, welche zwei beträchtlich verschiedene Zenitdistanzen enthält, und die jetzt, wie alle andern, die

Form angenommen hat: $qz - qz' =$ einer gegebenen Grösse, für den Augenblick dasjenige q , welches zur kleinern Zenitdistanz gehört, und nothwendig selbst das kleinere ist, so erhält man den Werth des grösseren, also einen zweiten Punkt der Curve, und wenn man durch diesen und den Berührungspunkt mit der Axe eine continuirliche Linie legt, kann man an ihr den Werth des so eben vernachlässigten q ablesen, und damit die Lage des zweiten Punkts, durch den die Curve gelegt wurde, sogleich wieder etwas berichtigen. Wird dies Verfahren auf die verschiedenen Gleichungen angewendet, welche das Sternpaar liefert, so erlangt man einen mittleren Zug für die Curve, an welcher sich nun für beliebige Abscissen z die Ordinaten qz ablesen lassen, und so eine vorläufige Tabelle der Extinctionen geben. Der von mir hiebei gebrauchte Näherungswerth für Log. $\frac{\text{Helligk. Capella}}{\text{Helligk. Wega}}$ war 9,920 und die Ablesungen der Curve, (bei deren Bildung ich auch die Beobachtungen des Arcturus zum Theil zugezogen hatte), von 8 zu 8 Graden gemacht, und sogleich nach den Differenzen etwas corrigirt, gaben folgendes Tafelchen:

z	qz	z	qz
0° . . .	0,000	48° . . .	0,048
8 . . .	0,002	56 . . .	0,078
16 . . .	0,005	64 . . .	0,132
24 . . .	0,011	72 . . .	0,229
32 . . .	0,019	80 . . .	0,400
40 . . .	0,030	88 . . .	1,227:

Von hier aus wurde nun eine ausführlichere Tabelle von Grad zu Grad interpolirt und aus derselben die Werthe der q für sämtliche in den Vergleichen der Sterne erster Grösse unter sich vorkommende Zenitdistanzen entnommen. Die Resultate, nach Gl. IV. jetzt

von dem Einflusse der Extinction des Lichtes befreit, wurden hierauf (immer in der logarithmischen Form) je nach den Sternpaaren, auf welche sie sich beziehen, geordnet, und indem ich dabei von *den* Sternen ausging, welche am sichersten bestimmt sind, und nach und nach an sie die andern anreichte, (wobei allen Beobachtungen, welche wegen tiefen Standes eines Sterns, oder aus andern Gründen von vornherein verdächtig waren, das *halbe* Gewicht der übrigen beigelegt wurde) — erhielt ich der Reihe nach folgende *vorläufige* Werthe für die Logarithmen der respectiven Helligkeiten *):

$$\log \text{Wega} = 0,000$$

(Dieser Werth ist willkürlich angenommen, indem ich das Licht *Wega's* als des, meinen Messungen nach, hellsten Sterns nördlich vom Aequator, zur Einheit der Helligkeit wählte) —

<i>log</i> Capella	=	9,918
Sirius	=	0,680
Arctur	=	9,936
Spica	=	9,670
Regulus	=	9,488
Antares	=	9,523
Attair	=	9,679
Deneb	=	9,489
Pollux	=	9,446
Procyon	=	9,887
Aldebaran	=	9,564

*) Näheres Detail brauche ich hierüber nicht anzuführen, da es sich hier nur um die Ableitung vorläufiger Näherungswerthe handelt, die nachher verbessert werden, und von welchen es deshalb im Grunde gleichgiltig ist, wie man zu ihnen gelangt.

Die Beobachtungen des Rigel, über welche später, sind hier nicht mitgenommen, weil ihr auffallender Mangel an Uebereinstimmung eine Veränderlichkeit des Sterns sehr wahrscheinlich macht (vgl. §. 5. B.); auch konnte die Beobachtung N^o 66 über den Untergang des Arctur hier nicht mitbenützt werden, weil sie diejenige ist, in welcher die grösste Zenitdistanz vorkommt, daher sie über die Werthe der Extinction in sehr grosser Nähe am Horizont den einzigen Aufschluss gibt, und sonst nichts lehren kann. Nimmt man nun diese vorläufigen Sternwerthe und die auf die oben angegebene Weise erhaltenen Extinctionen einstweilen als richtig an, so kann man nach Gl. IV. den *Fehler* für jede einzelne Beobachtung berechnen.

In der folgenden Tabelle sind diese Fehler, ausgedrückt in Einheiten der dritten Decimale des Logarithmus, und so angesetzt, dass das Zeichen + eine grössere Absorption des Lichtes in den tiefern Gegenden des Himmels bei der Beobachtung als im mittlern Zustand, auf den sich die Tafel bezieht, andeutet: (oder mit andern Worten: denkt man sich immer den *tiefer* stehenden Stern in den Zähler und den *höher* stehenden in den Nenner der Verhältnisse in IV. gesetzt, so sind folgende Zahlen die Unterschiede, welche man durch Abziehen der rechten Seite der Gleich. von der linken erhält)

N ^o	Rechn. — Beob.	N ^o	Rechn. — Beob.
3 . . .	— 3	28 . . .	— 45
13 . . .	— 5	29 . . .	+ 147
15 . . .	— 17	32 . . .	— 22
20 . . .	— 36	34 . . .	— 133
21 . . .	+ 4	35 . . .	— 247
25 . . .	— 10	36 . . .	— 108

<i>N</i> ^o	<i>Rechn.</i>	<i>— Beob.</i>	<i>N</i> ^o	<i>Rechn.</i>	<i>— Beob.</i>
37 . . .	+	42	73 . . .	—	65
38 . . .	+	98	74 . . .	—	6
39 . . .	+	52	75 . . .	+	17
40 . . .		— 28	78 . . .	—	63
41 . . .	+	92	79 . . .	—	9
43 . . .		— 27	80 . . .	—	110
44 . . .	+	51	83 . . .	+	13
45 . . .	+	109	87 . . .	—	15
46 . . .	+	98	90 . . .	+	9
47 . . .	+	54	91 . . .	+	10
48 . . .	+	39	92 . . .	—	12
49 . . .	+	19	93 . . .	+	18
50 . . .	+	3	94 . . .	+	51
51 . . .	+	30	95 . . .		0
52 . . .	+	9	96 . . .	—	34
53 . . .		— 42	97 . . .	+	53
54 . . .		— 81	98 . . .	+	117
56 . . .	+	93	99 . . .	—	40
57 . . .	+	39	100 . . .	—	53
59 . . .		— 10	101 . . .	—	8
60 . . .		— 26	102 . . .	—	99
64 . . .		— 82	103 . . .	—	26
69 . . .	+	48	104 . . .	—	31
70 . . .		— 55	105 . . .	—	18
71 . . .	+	28	106 . . .	—	23
			107 . . .	+	43

Der Gang dieser Grössen, unter welchen Anfangs die negativen, dann die positiven vorherrschen, hierauf eine Weile Schwanken eintritt, und zuletzt wieder die Minuszeichen überwiegen,

scheint auf eine mit der Zeit in längeren Perioden veränderliche Durchsichtigkeit der Luft hinzudeuten. Von der Jahreszeit, wie man glauben könnte, verräth aber dieser Wechsel keine Abhängigkeit, wie man sich bei Vergleichung der Daten der Messungen überzeugen kann. Ob vielleicht ein Zusammenhang mit den Schwankungen des *Barometerstandes* erkennbar ist (von welchem nach *Laplace's* Theorie die Extinctionen abhängig seyn müssen — worüber später —) und also in Zukunft durch Berücksichtigung desselben eine grössere Uebereinstimmung der einzelnen Beobachtungen zu erwarten wäre, habe ich für jetzt ausser den Gränzen meiner Untersuchung gelassen, und werde darauf vielleicht bei andrer Gelegenheit zurückkommen. Hingegen habe ich die obige Fehlertabelle zu einer Correction der vorläufigen Extinctionstafel mit Berücksichtigung des Ensemble's aller darin enthaltenen Beobachtungen benützt. Ich bildete zu diesem Ende eine Tafel mit doppeltem Eingang, indem ich sowohl in horizontaler als in vertikaler Richtung die Zenitdistanz zum Index nahm. In diese Tafel trug ich alle oben aufgeführten Fehler an den Stellen ein, welche den beiden Zenitdistanzen der Beobachtung gleichzeitig entsprachen, so dass jeder zweimal darin zu stehen kam (Einmal über und Einmal unter der Diagonale der Tafel), und zwar Einmal mit dem Zeichen + und Einmal mit —, nämlich immer so, dass wenn man ihn mit dem gesetzten Zeichen als Correction an dem φ der vertikal stehenden Zenitdistanz, oder mit dem umgekehrten an dem der horizontal stehenden, anbringen würde, die betreffende Beobachtung genau dargestellt wäre. (Dabei kommen alle Fehler mit dem Zeichen der obigen Tabelle auf die Eine, und mit dem entgegengesetzten auf die andere Seite der Diagonale.) Nachdem dies geschehen war, wurde untersucht, ob in gewissen horizontalen oder vertikalen Richtungen Fehlerzeichen einer bestimmten Art vorherrsch-

ten. *) In der That war auf solche Weise eine negative Correction der Werthe von φ in der Gegend $z = 42^\circ$ angedeutet, ungefährl $= -0,013$. Um so viel wurde hiernach der Werth von $\varphi 42^\circ$ geändert, wobei die benachbarten gleichfalls ähnliche, aber nach beiden Seiten von 42° abnehmende Verbesserungen erhalten mussten, um die Regelmässigkeit der Differenzen nicht zu beeinträchtigen. Nach dieser Correction stellte sich die, bisher mehr verdeckte, Nothwendigkeit einer Verkleinerung der Extinctionen in grossen Zenitdistanzen (um $z = 75^\circ$ her) gleichfalls heraus, und in dieser Art wurde aus der früheren Tafel für die Extinctionen die folgende *definitive* abgeleitet **):

*) Dabei darf aber Fehlern, welche sehr nahe der Diagonale stehen, kein Gewicht beigelegt werden, weil diese nicht durch Irrthümer der Reduction, sondern durch störende Einflüsse bei der Beobachtung sich erklären.

**) Nur das letzte Ende der Tafel, von $z = 80^\circ$ an, hat nachher noch eine eigene Verbesserung und Erweiterung erhalten, über welche später §. 5, A. Die im Texte gegebene Tafel enthält schon durchaus meine *definitiven* Werthe.

Tafel für die Extinction des Lichtes in der Atmosphäre.

Bis zu $z = 13^\circ$ sind die Werthe von qz unmerklich.

z	qz	z	qz	z	qz	z	qz	z	qz
13°	0,000	28°	0,006	43°	0,023	58°	0,083	73°	0,233
14	0,001	29	0,007	44	0,026	59	0,090 ⁷	74	0,249 ¹⁶
15	0,001	30	0,007	45	0,028	60	0,097 ⁷	75	0,268 ¹⁹
16	0,001	31	0,008	46	0,031	61	0,104 ⁷	76	0,288 ²⁰
17	0,001	32	0,009	47	0,034	62	0,112 ⁸	77	0,309 ²¹
18	0,002	33	0,010	48	0,038	63	0,121 ⁹	78	0,333 ²⁴
19	0,003	34	0,011	49	0,041	64	0,130 ⁹	79	0,359 ²⁶
20	0,003	35	0,012	50	0,045	65	0,140 ¹⁰	80	0,388 ²⁹
21	0,003	36	0,013	51	0,049	66	0,150 ¹⁰	81	0,428 ⁴⁰
22	0,003	37	0,014	52	0,053	67	0,160 ¹⁰	82	0,484 ⁵⁶
23	0,004	38	0,015	53	0,057	68	0,170 ¹⁰	83	0,549 ⁶⁵
24	0,004	39	0,016	54	0,062	69	0,180 ¹⁰	84	0,616 ⁶⁷
25	0,005	40	0,017	55	0,067	70	0,191 ¹¹	85	0,684 ⁶⁸
26	0,005	41	0,019	56	0,072	71	0,204 ¹³	86	0,754 ⁷⁰
27	0,006	42	0,021	57	0,077	72	0,218 ¹⁴		
28	0,006	43	0,023	58	0,083	73	0,233 ¹⁵		

Die Zahlen dieser Tabelle haben auch darin einen Vorzug vor denen der früheren, dass sie der Curve eine etwas bessere, d. h. regelmässiger aussehende, Gestalt geben. Die Summe der Quadrate aller Fehler, früher = 0,2629, wurde durch diese Berichtigung herabgebracht auf 0,2536.

Aus dieser definitiven Tabelle sind die Werthe der q in dem Anfangs dieses §. gegebenen Tableau der Beobachtungen überall sogleich beigesetzt worden.

Die Grössen qs sind unmittelbar Logarithmen der Factoren, mit welchen man die Helligkeit eines in der Zenitdistanz z gesehenen Sterns multipliciren muss, um die Helligkeit zu erhalten, mit welcher er im Scheitelpunkt erscheinen würde. Es verhält sich also z. B. die Helligkeit eines Sterns von $z = 45^\circ$ zu der Zenitalhelligkeit wie $15 : 16$; bei 60° hat man noch $\frac{4}{5}$ der grössten Helligkeit; bei 75° ungefähr $\frac{5}{9}$; bei $76^{\circ},6$. . $\frac{1}{2}$; bei 86° nur mehr $\frac{1}{5,7}$. Dass übrigens die letzten Werthe der Tafel die unsichersten sind, versteht sich von selbst. Wenn nur die möglichst genaue Bestimmung der verhältnissmässigen Helligkeiten der Sterne beabsichtigt worden wäre, hätte bei Zenitdistanzen, welche 80° erreichen und sogar überschreiten, nie beobachtet werden dürfen.

Nachdem der mittlere Lichtverlust in jeder Zenitdistanz jetzt ziemlich genau bekannt geworden ist, müssen nun die für die Sternhelligkeiten zuvor gefundenen Zahlen ebenfalls verbessert werden.

Das folgende Schema enthält die dazu nöthigen Resultate der einzelnen Vergleichen, definitiv reducirt auf gleiche Zenitdistanzen und immer in solcher Form, dass die angesetzten Zahlen den Logarithmus bedeuten des Verhältnisses der Helligkeit des zuerst genannten Sternes zu der des zweiten; wobei mit: diejenigen Beobachtungen bezeichnet sind, welchen ich bei der Berechnung nur halbes Gewicht gab, entweder weil sehr grosse Zenitdistanzen darin vorkommen, oder weil sie schon im Journal als verdächtig (z. B. wegen Wolken) bezeichnet sind. Um nicht dem Tadel einer Auswahl des Materials zu unterliegen, habe ich nur diese zweierlei Gewichte, $\frac{1}{2}$ und 1, angenommen, und nichts ausgeschlossen.

1) *Capella gegen Vega.*

N ^o 3	9,930
13	9,911
15	9,938
20	9,956
21	9,917
25	9,901
28	9,871:
29	0,069:
43	9,876:
45	0,016:
52	9,957:
54	9,998:
56	9,819:
59	9,919:
60	9,937:
64	9,990:
70	9,964:
73	9,851
74	9,926
78	9,852
80	9,815:

Mittel 9,920; Gew. 15.

2) *Arctur gegen Vega.*

N ^o 50	9,929
51	9,901
53	9,971:

Mittel 9,926; Gew. 2, 5.

3) *Arctur gegen Capella.*

N ^o 49	9,999
69	0,066:

Mittel 0,021; Gew. 1, 5.

4) *Spica gegen Vega.*

N ^o 93	9,656:
95	9,679

Mittel 9,671; Gew. 1, 5.

5) *Spica gegen Arcturus.*

N ^o 96	9,777; Gew. 1.
---------------------------	----------------

6) *Regulus gegen Vega.*

N ^o 94	9,445; Gew. 0, 5.
---------------------------	-------------------

7) *Regulus gegen Capella.*

N ^o 48	9,608; Gew. 1.
---------------------------	----------------

8) *Regulus gegen Spica.*

N ^o 92	9,838; Gew. 1.
---------------------------	----------------

9) *Antares gegen Spica* *).

N ^o 97	9,799; Gew. 0, 5.
---------------------------	-------------------

10) *Antares gegen Arctur.*

N ^o 100	9,638; Gew. 0, 5.
----------------------------	-------------------

11) *Allair gegen Vega.*

N ^o 57	9,639
104	9,703:
105	9,692

Mittel 9,673; Gew. 2, 5.

*) Bei der Beob. N^o 97 hatten beide Sterne ziemlich nahe gleiche Zenitdistanz, so dass mit einigem Grund ihr ein grösseres Gewicht als der Vgl. N^o 100 mit Arctur zur Bestimmung des Antares gegeben werden könnte. Aber theils weil die Aeimnte zu verschieden waren, als dass mit gehöriger Sicherheit anzunehmen wäre, dass die Abweichungen der φz von den mittlern Werthen sich aufheben, theils weil die Vgl. N^o 100 den Vortheil der gleichen (rothen) Farbe beider Sterne voraus hat, habe ich auch das Gewicht von N^o 97 nur = $\frac{1}{2}$ gemacht.

12) <i>Attair gegen Capella.</i>	
N ^o 98	9,823; Gew. 0, 5.
13) <i>Attair gegen Arctur.</i>	
N ^o 101	9,753
103	9,716:
<hr/>	
Mittel 9,741; Gew. 1, 5.	
14) <i>Deneb gegen Wega.</i>	
N ^o 71	9,525:
79	9,473
107	9,536
<hr/>	
Mittel 9,509; Gew. 2, 5.	
15) <i>Deneb gegen Attair.</i>	
N ^o 99	9,763
102	9,721:
106	9,792
<hr/>	
Mittel 9,766; Gew. 2, 5.	
16) <i>Pollux gegen Capella.</i>	
N ^o 90	9,545; Gew. 1.
17) <i>Pollux gegen Spica.</i>	
N ^o 91	9,757; Gew. 1.

I. <i>Sirius gegen Capella.</i>	
N ^o 32	0,770
34	0,884
35	1,011:
37	0,722
38	0,660
39	0,706
41	0,668
44	0,709
47	0,706
83	0,736
<hr/>	
Mittel 0,744; Gew. 9, 5.	
I'. <i>Procyon gegen Capella.</i>	
N ^o 36	0,069:
40	9,998:
46	9,873
<hr/>	
Mittel 9,953; Gew. 2.	
II'. <i>Aldebaran gegen Capella.</i>	
N ^o 75	9,636; Gew. 1.
III'. <i>Aldebaran gegen Procyon.</i>	
N ^o 87	9,699; Gew. 1.

Aus allen diesen Vergleichen sind jetzt die wahrscheinlichsten Werthe für die darin vorkommenden Sterne zu berechnen. Sie zerfallen zu dem Ende in drei von einander geschiedene Systeme, von welchen das erste, 17 Mittelgleichungen enthaltend, ausser der bekannten Helligkeit von Wega = 1 noch 8 Unbekannte enthält, während das zweite die Helligkeit des Sirius von der im ersten System gefundenen Helligkeit Capella's allein abhängig macht (da die Beobachtungen von Rigel, der ebenfalls in diese Gruppe gehören würde, nicht auf gleichem Fuss mit den andern behandelt werden dürfen). Das dritte System endlich verbindet Pro-

eyon und Aldebaran ebenfalls mit dem Werthe von Capella allein. Da das zweite nur eine einzige Gleichung enthält, werden also nur die beiden andern, von 17 Gleichungen mit 8 Unbekannten und resp. von 3 Gleichungen mit 2 Unbekannten, nach der Methode der kleinsten Quadrate zu lösen seyn. Setzt man zu dem Ende, indem immer Wegs die Einheit bildet,

$$\begin{aligned} \log \text{ Capella} &= 9,920 + \frac{c}{1000} \\ \text{Aretur} &= 9,936 + \frac{A}{1000} \\ \text{Spica} &= 9,670 + \frac{S}{1000} \\ \text{Attair} &= 9,679 + \frac{a}{1000} \\ \text{Regulus} &= 9,488 + \frac{r}{1000} \\ \text{Denob} &= 9,489 + \frac{d}{1000} \\ \text{Pollux} &= 9,446 + \frac{p}{1000} \\ \text{Antares} &= 9,523 + \frac{\alpha}{1000} \end{aligned}$$

so bilden $c, A, S, a, r, d, p, \alpha$ die 8 Unbekannten des ersten Systems, für welche die obigen Mittel 17 *der Strenge nach lineäre* Bedingungsgleichungen liefern (das Letztere ist Vortheil der Einführung der Logarithmen statt der Verhältnisszahlen selbst), welche so stehen:

1) $c = 0 \dots\dots [30]$	9) $\alpha - S = - 54 \dots [1]$
2) $A = - 10 \dots [5]$	10) $\alpha - A = + 51 \dots [1]$
3) $A - c = + 5 \dots [3]$	11) $a = - 6 \dots [5]$
4) $S = 1 \dots\dots [3]$	12) $a - c = + 64 \dots [1]$
5) $S - A = + 43 \dots [2]$	13) $a - A = - 2 \dots [3]$
6) $r = - 43 \dots [1]$	14) $d = + 20 \dots [5]$
7) $r - c = + 40 \dots [2]$	15) $d - a = - 44 \dots [5]$
8) $r - S = + 20 \dots [2]$	16) $p - c = + 19 \dots [2]$
17) $p - S = - 19 \dots [2]$	

wo die in den [] beigesetzten Zahlen die verdoppelten Gewichte sind. Leitet man, mit Rücksicht auf letztere, die 8 Normalgleichungen nach der Methode der kleinsten Quadrate ab, so heissen dieselben:

$$\begin{array}{l}
 1) \quad 38c - 3A \dots - a - 2r \dots - 2p \dots = -197 \\
 2) \quad -3c + 14A - 2S - 3a \dots - \alpha = -166 \\
 3) \quad \dots - 2A + 10S \dots - 2r \dots - 2p - \alpha = +141 \\
 4) \quad -c - 3A \dots + 14a \dots - 5d \dots = +248 \\
 5) \quad -2c \dots - 2S \dots + 5r \dots = +77 \\
 6) \quad \dots - 5a \dots + 10d \dots = -120 \\
 7) \quad -2c \dots - 2S \dots + 4p \dots = 0 \\
 8) \quad \dots - A - S \dots + 2\alpha = -3
 \end{array}$$

Da die Coefficienten links ziemlich einfache Zahlen sind, besonders bei Einigen der Unbekannten, so ist die Auflösung durch successive Elimination mit verhältnissmässig wenig Mühe verbunden. Nachdem ich der Reihe nach p , a , S , c , r , α , A fortgeschafft und also zuerst d gefunden hatte, fanden sich die Werthe, welche den 8 Gleich. Genüge leisten, wie folgt: $d = -4,84$ $A = -6,53$
 $\alpha = +4,79$ $r = +21,56$ $c = -3,79$ $S = +19,12$
 $a = +14,31$ $p = +7,66$.

Indem also jetzt unter anderm die Verbesserung $\frac{c}{1000} = -\frac{3,79}{1000}$ der Helligkeitszahl von Capella bekannt war, konnten nun auch für Sirius so wie für Procyon und Aldebaran die Werthe gerechnet werden und es ergaben sich nach Anbringung der gefundenen Correctionen die definitiven Werthe, jetzt nach der Grösse geordnet, wie folgt:

Verhältnissmässige Helligkeiten der Sterne erster Grösse.

	Logar.	Numer.
Sirius	0,660	4,57
Wega	0,000 0	1,000
Arctur	9,929 5	0,850
Capella	9,916 2	0,824
Procyon	9,866 0	0,735
Attair	9,693 3	0,494
Spica	9,689 1	0,489
Aldebaran	9,558 6	0,362
Antares	9,527 8	0,337
Regulus	9,509 6	0,323
Deneb	9,484 2	0,305
Pollux	9,453 7	0,284

Mit diesen definitiven Werthen für die Sterne und der berichtigten Extinctionstafel habe ich nun wieder nach der oben aufgestellten Gl. IV. alle einzelnen Beobachtungen verglichen und die übrig bleibenden Fehler abgeleitet. Indem sie, wie bei der frühern Tabelle, wieder in Einheiten der dritten Decimale des Logarithmus angesetzt und auch die Zeichen verstanden wurden wie zuvor, ergaben sie sich jetzt wie folgt:

N^0	Rechn. — Beob.	N^0	Rechn. — Beob.
3 . . .	— 14	32 . . .	— 26
13 . . .	— 5	34 . . .	— 140
15 . . .	— 22	35 . . .	— 267
20 . . .	— 40	36 . . .	— 119
21 . . .	— 1	37 . . .	+ 22
25 . . .	— 15	38 . . .	+ 84
28 . . .	— 45	39 . . .	+ 38
29 . . .	+ 153	40 . . .	— 48

<i>N</i> ^o	<i>Rechn.</i>	<i>Beob.</i>	<i>N</i> ^o	<i>Rechn.</i>	<i>Beob.</i>
41 . . .	+	76	75 . . .	+	6
43 . . .		— 40	78 . . .		— 64
44 . . .	+	35	79 . . .		— 11
45 . . .	+	100	80 . . .		— 101
46 . . .	+	77	83 . . .	+	8
47 . . .	+	38	87 . . .		— 6
48 . . .	+	15	90 . . .	+	7
49 . . .	+	14	91 . . .	+	8
50 . . .		0	92 . . .		— 17
51 . . .	+	28	93 . . .	+	33
52 . . .		— 41	94 . . .	+	65
53 . . .		— 41	95 . . .	+	10
54 . . .		— 82	96 . . .		— 17
56 . . .	+	97	97 . . .	+	40
57 . . .	+	54	98 . . .	+	46
59 . . .		— 3	99 . . .		— 28
60 . . .		— 21	100 . . .		— 40
64 . . .		— 74	101 . . .	+	11
69 . . .	+	53	102 . . .		— 70
70 . . .		— 48	103 . . .		— 48
71 . . .	+	41	104 . . .		— 10
73 . . .		— 65	105 . . .	+	1
74 . . .		— 10	106 . . .	+	1
			107 . . .	+	52

Die Summe der negativen Fehler (= 1561) übertrifft die der positiven (= 1213) nicht unbedeutend, das Uebergewicht rührt aber nur von den unsichersten Beobachtungen her, denn rechnet man diejenigen (an der Zahl 5) nicht mit, deren Fehler 0,100 übersteigen,

so wird die negative Summe $- 1034$, die positive $+ 1060$. Die Anzahl der negativen Fehler ist 33, der positiven 29, und Einmal kommt 0 vor. In Ganzen sind jetzt auch die Zeichen in ihrer Aufeinanderfolge etwas mehr, als zuvor, gemischt, doch ist ein periodisches Vorherrschen des Einen oder des andern noch immer wahrnehmbar. Die Summe der Quadrate aller Fehler, welche ursprünglich war 0,2629, und durch die Verbesserung der Extinctionstafel herabging auf 0,2536, ist jetzt nach Ausgleichung der Zahlen für die Sterne weiter gesunken auf 0,2485. Der mittlere Fehler für Eine Beobachtung wird hiernach 0,0628 und der wahrscheinliche $\pm 0,0424$; so nämlich wenn man gar keine Beobachtung verwirft. Schliesst man aber nur die einzige Vergl. N^o 35 zwischen Capella und Sirius aus, welche einen exorbitanten und die Quadratsumme unverhältnissmässig vergrößernden Fehler hat, und bei welcher auch (s. die Anzeichnung des Journals) mehr als genügender Grund dazu in den Umständen der Beobachtung selbst liegt*), — so wird der wahrscheinliche Fehler um $\frac{1}{7}$ kleiner, $= \pm 0,03606$, und dass dieser Werth in der That der wirklich anzunehmende ist, beweist auch die Vertheilung der Fehler, welche in auffallender Weise mit den Ergebnissen der Wahrscheinlichkeits-Rechnung übereinstimmt. Nach diesen sollten nämlich (Vgl. unter Anderm Eneke, Astr. Jahrb. für 1834) von den im Ganzen 62 Fehlern liegen zwischen den Grenzen:

*) Es war bei dieser Beobachtung um Sirius her in einem Opernglas von etwa 4 maliger Vergrößerung zuletzt ein heller Schein, eine Art Hof, sichtbar; überdies waren die Quadratscheiber nicht in Ordnung; vgl. die Bemerkung im Journal bei der Vergleichung Capella mit sich selbst vom gleichen Tage

$\pm \frac{1}{2}$.	\times wahrsch. F. ...	16,4 Fehler.	In der That liegen unter 0,018 ...	22
± 1 .	\times wahrsch. F. ...	31,0	„ „ „ „ „ „	0,036 ... 30
± 2 .	\times wahrsch. F. ...	51,0	„ „ „ „ „ „	0,072 ... 51
± 3 .	\times wahrsch. F. ...	59,3	„ „ „ „ „ „	0,108 ... 59

Ebenso soll nach der Probabilität der wahrscheinliche Fehler sehr nahe seyn $= 0,845 \times$ arithmetisches Mittel aller Fehler ohne Rücksicht auf das Zeichen. Dieser Werth wird 0,0372, oder, wenn N^o 35 ausgeschlossen wird, 0,0342. Endlich der Fehler, welcher in der Reihenfolge nach der Grösse die Mitte einnimmt, ist 0,038, ebenfalls mit dem abgeleiteten *wahrscheinlichen* sehr gut übereinstimmend.

Die für den wahrscheinlichen Fehler des Logarithmus gefundene Grösse 0,0361 ist $= \log \frac{25}{23}$. Das aus einer einzelnen vollständigen Beobachtung abgeleitete Helligkeitsverhältniss zweier Sterne wird also durchschnittlich ungefähr um seinen 12^{ten} Theil von der Wahrheit abweichen können, wobei es übrigens keinen Zweifel leidet (in Anbetracht der Uebereinstimmung, welche die einzelnen zu derselben Beobachtung gehörigen Einstellungen unter sich zeigen), dass der geringere Theil dieser Unsicherheit auf Rechnung der Beobachtung, der grössere aber auf Seite der Reduction fällt, bei welcher für φz immer dieselben Mittelwerthe angenommen sind, während in Wahrheit die Durchsichtigkeit der Luft von einem Tag auf den andern variirt. Künftige Messungen werden leicht eine grössere Genauigkeit hoffen lassen: bei den meinigen waren die Umstände im Allgemeinen durchaus nicht die vortheilhaftesten, in so ferne ich, wie mehrmals erwähnt, Anfangs in der Auswahl der Nächte keineswegs scrupulös war, ferner oft absichtlich tief stehende Sterne beobachtete, um die Extinction des Lichtes auch in grösserer Nähe am Horizont kennen zu lernen, und endlich weil die von mir beobachteten Sterne *erster* Grösse, da sie überhaupt sparsam am

Himmel vertheilt sind, durchschnittlich grosse Entfernungen haben, daher der Einfluss von stellenweise ungleichmässiger Durchsichtigkeit der Atmosphäre hier mehr als in andern Fällen zu fürchten ist. Indess scheint mir für den Augenblick die erlangte Genauigkeit schon ziemlich befriedigend.

Von den Zahlen der obigen Sterntabelle muss ich neben der für *Antares*, dessen tiefer Stand ungünstig wirkt, die für *Procyon* gefundene für die unsicherste halten, da seine drei Vergleichen mit *Capella* nicht gut übereinstimmen. Wahrscheinlich ist sein angesetzter Werth eher etwas zu gross als zu klein.

4.

Unter meinen 21 Vergleichen zwischen *Wega* und *Capella* sind nur zwei, welche den Stern des Fuhrmanns heller als den der Leier gehen (s. die obige Zusammenstellung), und diese beiden gehören zu den unsicherern. Ich kann daher nicht zweifeln, dass für mein und Herrn Leonhard's Auge *Wega* ganz entschieden der hellere Stern ist. Wenn daher andere Beobachter nach dem Urtheil des freien Auges (welches bei mir ebenfalls für α Lyrae entscheidet) *Capella* heller schätzen, nachdem sie zum Theil früher umgekehrt geurtheilt hatten (vgl. Kosmos III. p. 254 u. p. 262), so möchte ich eher an eine Veränderung in der Empfindlichkeit des Auges als in dem Glanze der Sterne selbst glauben. Uebrigens scheint mir solches Urtheil, auch wenn die Sterne gleiche Zenitdistanz haben, bei nahe gleich hellen, aber verschieden gefärbten Sternen ausserordentlich trügerisch. Wenigstens bin ich mir bei ähnlichen Versuchen oft eines unwillkürlichen Antriebs bewusst geworden, demjenigen Sterne den Vorzug zu geben, dessen Licht mir das schönere schien. Es ist mir auch von anderer Seite bekannt geworden, dass das Auge in der Beurtheilung der Helligkeit

verschiedener *Flammen* ähnlicher Bestechung ausgesetzt ist, wo nicht selten der einfache Versuch, bei dem einen oder dem andern Lichte feine Schrift zu lesen, das erste Urtheil geradezu umstösst. Hat man die Lichtflächen im Photometer vor sich, so überzeugt man sich leicht, dass ein solcher, ich möchte sagen moralischer, Einfluss auf die Beobachtung jedenfalls in viel engere Grenzen gewiesen ist; denn eine geringe Verschiebung des einen Objectivschlittens, welche das Zahlenresultat noch nicht bedeutend alterirt, macht die Helligkeit der einen Scheibe so sichtlich grösser als die der andern, dass jede Vorliebe für das Eine Licht schweigen muss. Am grössten bleibt die Unsicherheit in Ansehung der rothen Sterne, weil bei diesen die Farbe am stärksten vortritt.

Bei dieser Gelegenheit muss ich auch Etwas über die Farbe von *Sirius* sagen, von welcher man bekanntlich annimmt, dass sie seit den alten Zeiten sich verändert habe, weil Ptolemäus ihn den rothen Sternen anreihet. (Vgl. Kosmos III. p. 169 u. 204.) Es ist aber auffallend, wie verschieden selbst neuerer Zeit die Farbe dieses schönen Sterns angegeben wird. So bezeichnet ihn *Obers* *) als gelbgrün, Humboldt (a. a. O.) als vollkommen weiss, während Prof. Leonhard und ich darüber einig sind, ihn bläulich, selbst mit einem Stich in's Violete, zu nennen. Die zweite dieser Angaben mag sich allenfalls mit jeder der beiden andern vertragen, in so ferne wir bei Nacht Nichts zur Vergleichung haben, was der Definition nach weiss genannt werden müsste, wie bei Tage die Strahlen der Sonne. Aber gelbgrün könnte ich das Licht des *Sirius* unmöglich nennen, und habe auch von Allen, denen ich den Stern zeigte und sie darüber fragte, gleiche Antwort erhalten. Gleich-

*) Zach, Monat. Correspondenz Bd. VIII. p. 304.

wohl wird kaum Jemand glauben wollen, dass die Farbe sich seit 1803 (von welchem Jahre der Aufsatz von Olbers „Mars und Aldebaran“ ist) verändert hat. Könnte sich nicht der Unterschied der verschiedenen Angaben, auch der alten von den neuen, dadurch erklären, dass Sirius, als der hellste Stern unter den Fixen, zugleich der funkelndste am ganzen Himmel ist, und sein Licht in verschiedenen Farben spielt, von welchen nach der Individualität des Betrachtenden diese oder jene mehr Eindruck macht? Im Laufe des letzten Winters 1850—51, wo ich ihn oft deshalb ansah, schien mir im Allgemeinen eine blaue Farbe sehr ausgesprochen, zuweilen auf Augenblicke eben so sehr, als die rothe von Beteigeeze oder Aldebaran, in andern Momenten, bei etwas tiefem Stand, funkelte aber auch *α* Canis maj. vielleicht eine halbe Secunde lang in so entschieden rother Farbe (die freilich nicht dauernd war), dass mir die Angabe des Ptolemäus seit dieser Wahrnehmung weit weniger auffallend ist; denn dem, welcher mehr gelegentlich als mit besonderer Absicht die Farbe bemerkt, wird immer die rothe am auffallendsten seyn. Eine gewisse Unwahrscheinlichkeit bleibt bei diesem Erklärungsversuch ohne Zweifel; dass aber die Annahme einer Farbveränderung des Sterns gleichfalls viel innere Unwahrscheinlichkeit hat, kann man sich eben so wenig verhehlen *).—

Bei der Neuheit photometrischer Messung am Himmel überhaupt wird es Interesse haben, neben die von mir für die Helligkeitsverhältnisse der Sterne gefundenen Zahlen diejenigen gestellt zu sehen, welche andere Beobachter erhalten haben. Da die von Humboldt

*) Vgl. auch Sir John *Herschel* in den *Astron. Nachr.* N^o 372: der wegen derselben Unwahrscheinlichkeit sich zu der Annahme neigt, dass die rothe Farbe Wirkung eines dazwischen getretenen Mediums war.

(A. N. N^o 374) erhaltenen Werthe keine solchen Verhältnisszahlen sind, sondern sich auf eine willkürliche Scala beziehen, gehören hieher eigentlich nur die von *Herschel* aus seinen Beobachtungen mit dem Astrometer am Cap der guten Hoffnung abgeleiteten Resultate.

Ich entnehme dieselben aus p. 367 des Werkes über die Capreise, dessen werthvollen Besitz ich der Güte des Verfassers verdanke, habe aber die *Herschel'sche Einheit* (welches die Helligkeit des Sterns α Centauri ist) dadurch auf die meinige reducirt, dass ich das arithmetische Mittel aller Correctionen anwandte, welche man zu den Logarithmen der *Herschel'schen Zahlen* legen muss, um meine Logarithmen zu erhalten*). Noch setze ich zur Vergleichung auch diejenigen Zahlen her, welche ich durch eine gleiche Reduction auf meine Einheit aus den von *Steinheil* p. 24 der „Elemente der Helligkeitsmessungen“ mitgetheilten Grössen erhalte. Die dort unter der Ueberschrift „Lichtflächen-Durchmesser“ gegebenen Grössen sind den Verstellungen der Objectivschlitten proportional, sie müssen daher erst quadriert werden, ehe die Reduction der dortigen Einheit (Polarstern) auf die meinige gemacht werden kann. Uebrigens darf ich nicht verschweigen, dass Hr. v. *Steinheil* selbst auf seine Zahlen, die nur auf einzelnen Beobachtungen ohne Reduction wegen Zenitdistanzen etc. beruhen, gar keinen Werth legt, sondern sie am angeführten Orte nur eines Rechnungsbeispiels wegen aufgenommen hat.

Die Zusammenstellung ist nun folgende:

*) Dieses Mittel ist $= + 0,090 = \log. 1,23$, so dass die Annahme α Centauri = 1,23 Wega oder Wega = 0,813 α Centauri die beiderseitigen Beobachtungen in möglichst gute Uebereinstimmung bringt.

	Herschel	Steinheil	Seidel
Sirius	4,99	1,48?	4,57
Wega	[0,55]*)	1,18	1,00
Arctur	0,89	0,94	0,85
Capella	. . .	0,54	0,82
Procyon	0,64	0,66	0,73
Attair	0,43	. . .	0,49
Spica	0,38	0,53	0,49
Aldebaran	. . .	0,32	0,36
Antares	0,50	0,23	0,34
Regulus	. . .	0,36	0,32
Deneb	. . .	0,36	0,30
Pollux	0,28
Polarstern	. . .	0,15	0,12 **)

In der Tabelle, welche p. 138 des III. Bandes des Kosmos aus Herschel's „Outlines“ gezogen ist, sind Capella, Wega, Procyon (in dieser Aufeinanderfolge) gleich gesetzt: Aldebaran fällt (von den hier aufgenommenen Sternen) zwischen Procyon und Antares; Pollux und Regulus sind gleich gesetzt, und beide etwas über Deneb. Die Steinheil'schen Zahlen, wahrscheinlich aus Beobachtungen von April oder Mai genommen, sind offenbar bei den Sternen Sirius, Capella, Antares durch niedern Stand derselben alterirt, bei den übrigen stimmen sie mit den meinigen so gut, als man

*) Herschel bemerkt selbst, dass diese Zahl, wegen des tiefen Standes des Sterns, nothwendig zu klein, und die unsicherste von Allen, mit der für Sirius, ist. p. 365.

**) S. über diesen Stern §. 5. C.

von einzelnen Beobachtungen irgend erwarten kann. Was die Herschel'schen Bestimmungen angeht, so ist es unverkennbar, dass das Auge desselben, im Vergleich mit den hiesigen Beobachtern, mehr für das rothe Licht empfindlich ist; in der That sind neben Sirius, (— dessen Bestimmung Er, der grossen Lichtmenge des Sterns wegen, für ziemlich unsicher erklärt, die indessen, in Erwägung dieses Umstandes mit der meinigen gut genug übereinstimmt —) die beiden *rothen* Sterne Arctur und Antares die einzigen, welche bei Ihm durch grössere Zahlen, als bei mir, ausgedrückt werden, und dass Er auch den ebenfalls rothen Aldebaran heller, als Steinheil, Leonhard und ich, taxirt, geht aus der citirten Tabelle p. 138 des Kosmos hervor, wo Procyon die 1,4, Aldebaran die 1,5 photometrische Grössenklasse zugetheilt und der letztere gleich α Eridani (Achernar) gesetzt wird, dessen Helligkeit nach Herschel's Messungen auf meine Einheit reducirt, die Zahl 0,54 zukommen würde, während wir übrigen Aldebaran übereinstimmend nur halb so hell als Procyon setzen. Dass die grünliche Farbe der Objectivgläser des Photometers in diesem Sinne wirken muss, ist unzweifelhaft; aber kaum weniger gewiss scheint es mir, dass sie nur den kleinsten Theil des Unterschiedes erklären kann, indem ich auch nach dem Urtheil des freien Auges α Tauri durchaus nicht mehr als die halbe Helligkeit von dem Stern des kleinen Hundes beilegen könnte, und ebenso Arcturus nicht den Rang vor Wega geben kann. Was Aldebaran betrifft, so ist sogar zu bemerken, dass ich mit ihm zugleich im Photometer immer einen kleinen Stern der Hyaden hatte, dessen Licht sich bei der Verstellung des Objectivs nothwendig mit dem von α Tauri mischen und diesen Stern in Folge dessen wahrscheinlich um *mehr* zu hell zeigen musste, als ihn die Färbung des Glases zu dunkel erscheinen liess.

Abgesehen von diesem constanten Unterschiede sind nun aller-

dings auch die übrigen Differenzen ohne Ausnahme grösser, als nach den angestellten Untersuchungen über die Uebereinstimmung meiner Resultate *unter sich* die Unsicherheit derselben erwartet werden kann; indess muss man auf der andern Seite in Erwägung ziehen, dass die Zahlen auf gänzlich verschiedenen Wegen erlangt worden sind *), und dass Herschel nicht darauf ausgegangen ist, die seinigen von dem Einfluss der verschiedenen Zenitdistanz (die bei den Beobachtungen in Feldhausen, meiner Rechnung nach, zwischen 30 und 58° variierte, bei Wega aber 75° betrug) und von dem vielleicht noch mehr zu fürchtenden der verschiedenen Erleuchtung des Himmelsgrundes durch den Mond frei zu machen. Bei billiger Berücksichtigung dieser Umstände wird man die bestehenden Unterschiede nicht allzu gross finden, und es können gewisse Resultate, zu welchen man auf anderem Weg nicht gelangen konnte, als bereits anerkannt betrachtet werden: z. B. dass Sirius etwa 5 mal mehr Licht hat, als ein Stern von der Helligkeit Wega's oder Arctur's, und ungefähr 15 mal so viel als die letzten Sterne, die noch zur ersten Grösse gerechnet werden. Diese Verhältnisszahlen lassen sich noch etwas fortsetzen: nach Steinheil's und meinen Beobachtungen hat ein Stern zwischen zweiter und dritter Grösse, wie der Polarstern oder auch Algol (s. §. 5. C.), etwa $\frac{1}{7}$ oder $\frac{1}{8}$ vom Lichte des Normalsterns erster Grösse; nach Herschel folgt für die Sterne β Ceti und α Orionis, die er ebenfalls der 2,5 Grösse (gewöhnlicher Scala) zuteilt, dasselbe. Sirius hat hiernach, was als

*) Nach der astrometrischen Methode Herschel's vergleicht man die wirklichen Sterne mit einem künstlichen, der ein durch eine Linse erzeugtes kleines Mondbild ist, und dessen Entfernung vom Auge messbar geändert wird, bis es dem wirklichen Sterne gleich erscheint. (Vergleichung mit freiem Auge.)

ziemlich sicher gelten kann, ungefähr so viel Licht als 40 Sterne wie der Polarstern.

5.

Ich habe noch Einiges beizufügen, was sich auf besondere Beobachtungen bezieht.

A. Beobachtung N^o 66. über den Untergang des Arcturus.

(Von 1845. Sept. 1.)

Diese Beobachtung ist (vgl. das Journal) so lange fortgesetzt worden, als es irgend noch angienge, um die Extinctionen in der unmittelbaren Nähe des Horizontes einigermassen kennen zu lernen. Die in dem Tableau zu Anfang des §. 3 gesetzten Zahlen sind nur das Ergebniss der 8 ersten Einstellungen, von welchen 4 auf jede Seite des Bildes fallen. Die späteren sind alle auf der oberen Seite desselben gemacht. Wir haben sie alle auch einzeln berechnet (wobei immer die Verstellungen vom Bilde aus gezählt werden müssen), dann, um die Fehler einigermassen zu verringern, aus je zwei auf einander folgenden Einstellungen die Mittel genommen, diese als gültig für die Mittel der zugehörigen Zeiten angesehen und die Zenitdistanzen gerechnet. Da nun das Helligkeitsverhältniss des Sterns gegen Wega (mit welcher er verglichen wurde) bekannt ist, und auch die Extinctionen für den letztern, hoch stehenden, Stern als bekannt gelten können, so ergibt sich aus Gl. IV. des §. 3. φz für Arcturus als die einzige Unbekannte. Die gefundenen Werthe wurden als Ordinaten zu den Abscissen z angesehen, dadurch eine Reihe von Punkten bestimmt, und eine Curve von einfachem Gang hindurchgelegt. Die an derselben gemachten Ablesungen wurden noch einer Correction nach ihren Differenzen unterworfen, und so entstand die folgende

Tabelle der Extinctionen in sehr grossen Zenitdistanzen.(NB. z ist immer die *wahre*, nicht scheinbare, Zenitdistanz.)

z	qz	z	qz
85° 30'	0,654	87° 30'	1,094
40	0,681 ²⁷	40	1,137 ⁴³
50	0,710 ²⁹	50	1,180 ⁴³
86 0	0,741 ³¹	88 0	1,223 ⁴³
10	0,774 ³³	10	1,268 ⁴⁵
20	0,808 ³⁴	20	1,314 ⁴⁶
30	0,845 ³⁷	30	1,362 ⁴⁸
40	0,884 ³⁹	40	1,411 ⁴⁹
50	0,926 ⁴²	50	1,462 ⁵¹
87 0	0,968 ⁴²	89 0	1,512 ⁵⁰
10	1,009 ⁴¹	10	1,561 ⁴⁹
20	1,052 ⁴³	20	1,611 ⁵⁰
30	1,094 ⁴²	30	1,661 ⁵⁰

Diese Tabelle kann gewissermassen als Supplement der früher gegebenen grössern Tafel gelten, da sie aber nur auf dieser einzigen Beobachtungsreihe beruht, so wird sie mehr zur Beurtheilung der Aenderungen der Extinction in diesen Gegenden des Himmels, als zur Erkenntniss des ganzen Betrags derselben einen Beitrag liefern. An die grössere Tafel schliesst sie sich nicht genau an, weil bei der Bildung jener auch noch Beobachtungen von andern Tagen mitgestimmt haben. Uebrigens werden die Mittel je zweier Ablesungen durch dies Täfelchen dargestellt bis auf folgende Fehler: (Einheit der dritten Decimale des Log.)

(Rechnung — Beobachtung)	
— 51	— 6
+ 41	— 52
— 2	— 39
+ 46	+ 25
— 10	+ 74
+ 22	+ 37
— 5	— 75
— 20	+ 29
Summe + 274 — 260	

Bei $89^{\circ} 30'$ wirklicher Zenitdistanz wäre nach der Tabelle die Helligkeit nur mehr $\frac{1}{46}$ von derjenigen, welche der Stern im Zenit haben würde. In der That wächst die Extinction dem Horizont nahe so rasch, dass der eigentliche Untergang des Sterns nicht notirt werden konnte, weil wir ihn vorher aus dem Gesicht verloren; was sich bei ähnlichen Versuchen, die ich anstellte, jedesmal so zeigte.

Was die letzten Werthe in der grösseren Extinctionstafel betrifft, deren Bildung eine besondere Behandlung erforderte (weil die Beobachtungen nur wenig über sie hinausreichen), so habe ich diese dadurch abgeleitet, dass zunächst aus den 7 Beobachtungen N^o 60, 54, 45, 43, 52, 98, 66, in welchen Zenitdistanzen über 80° vorkommen*), mittelst der bereits gefundenen Werthe für die Sterne und für die Extinction in der kleinern Zenitdistanz welche bei jeder vorkommt, 7 Gleichungen für Werthe von φz , wo $z > 80^{\circ}$ ist,

*) Eine solche kommt auch noch vor in der Beob. N^o 42 des Rigel, die aber hier nicht mitstimmen durfte. Siehe B.

abgeleitet wurden; aus je zwei auf einander folgenden Werthen (in der Ordnung der Zenitdistanzen, in welcher die Beobh. eben aufgeführt worden sind), wurden dann Mittel genommen und diese als gültig für die Mittel der entsprechenden Zenitdistanzen angesehen; diese 6 Mittel wurden dann auf ähnliche Weise paarweise zu drei neuen Mitteln, als einer Art von Normalhörtern, vereinigt, welche als Punkte graphisch aufgezeichnet wurden. Zwei andere Punkte lieferten die zuvor für $\varphi 78^{\circ}$ und $\varphi 79^{\circ}$ abgeleiteten Werthe, und einen sechsten der Werth von $\varphi 86^{\circ} 0'$ aus dem zuletzt gegebenen Tafelchen. Zwischen den sechs Punkten wurde, in möglichstem Anschluss an dieselben und durch die ersten beiden genau hindurch gehend, eine Curve von einfachem Zuge durchgelegt, deren Ordinatenablesungen, noch etwas corrigirt nach ihren Differenzen, die Werthe gaben, welche für $z > 80^{\circ}$ in der frühern Tafel aufgeführt sind. Durch diese letzte Verbesserung der Extinctionstafel werden die Fehler der betreffenden Beobachtungen noch etwas kleiner als sie S. 50 angesetzt sind, doch wird dadurch nichts Wesentliches geändert.

B. Beobachtungen des Sternes Rigel oder β Orionis.

Dieser Stern ist in Allem 6 mal mit andern verglichen; die Zusammenstellung der Beobachtungen, reducirt auf gleiche Zenitdistanzen, ist folgende:

		(Logarithmisch)	
1845 April 3.	N ^o 42.	Rigel = 9,934	Capella = 9,850: Wega
	Nvb. 29.	81.	0,138 Capella = 0,054
1846 Febr. 22.	84.	0,660	Capella = 0,576:
	Febr. 26.	86.	9,379 Sirius = 0,039
	id.	88.	0,092 Capella = 0,008
	id.	89.	8,952 Sirius = 9,612

(NB. Bei N^o 42 hat Rigel $z = 83^{\circ}$, und N^o 84 ist verdächtig wegen Wolken etc. S. Journal).

Wenn man auch die Beob. N^o 84 wegen ihrer besonders grossen Abweichung von den andern und der verdächtigen Umstände (die hier ganz ähnlich waren, wie bei der Vergleichung N^o 35 des Sirius mit Capella) sogleich verwirft, so weichen doch auch die übrigen in auffallendem Grade von einander ab. Das Mittel der zu diesen fünf gehörigen Numeri würde seyn

$$\text{Rigel} = 0,872 \text{ Wega oder } \log \text{Rigel} = 9,941$$

und hiernach der Stern zwischen Wega und Arcturus zu stehen kommen. Die Abweichungen der 5 Logarithmen von *ihrem* Mittel 9,913 (ausgedrückt wie immer in Einheiten der dritten Decimale des Logarithmus) wären aber folgende *):

N ^o 42	Rechn. — Beob. = +	63
81		— 141
86		— 126
88		— 95
89		+ 301

Der kleinste dieser Fehler ist = $\frac{1}{4}$ des wahrscheinlichen Fehlers aller Vergleichen von Sternen erster Grösse unter sich, und dieser kommt gerade bei der Beobachtung vor, die wegen der starken Zenitdistanz des Sterns am ersten einen grössern erwarten liesse; Fehler, die 0,090 oder 2,5 des wahrscheinl. Fehlers erreichen oder übersteigen, kommen hier unter 5 Beobachtungen 4 mal vor, während sie in allen 63 übrigen Beobachtungen nur 7 mal vorkommen (oder nur 6 mal, wenn N^o 35 ausgeschlossen wird), und der letzte Fehler, bei N^o 89, ist der grösste, der überhaupt vorkommt, und

*) Ihre Unterschiede von 9,941, dem Logar. des Mittels der Numeri, wären natürlich noch grösser.

zwar hier bei einer übrigens ganz unverdächtigen Beobachtung. Offenbar ergibt sich hieraus eine sehr grosse Wahrscheinlichkeit, dass diese Grössen keine wirklichen Fehler sind, sondern *dass der Stern variabel ist*, und zwar (wie die drei Beobachtungen der Nacht von Febr. 26 zeigen) mit sehr rascher Aenderung seiner Helligkeit. Die Veränderlichkeit scheint mir auch durch Betrachtung mit dem freien Auge in so weit constatirt, als dieses überhaupt entscheiden kann; im Januar 1846 nahm ich keinen Anstand, in der damals veröffentlichten ersten Notiz über meine Messungen mich auf den Angenschein in jeder heitern Nacht zu berufen, dass Rigel Capella bei weitem überstrahle: im letztverflossenen Winter 18 $\frac{5}{4}$ konnte man dies im Allgemeinen durchaus nicht sagen. Ich habe vor mir die Notirungen von sechs Nächten, nach welchen Rigel, verglichen mit Capella und Procyon, nach meinem und Anderer übereinstimmendem Urtheil zuweilen *zwischen* beide und Procyon sehr nahe fiel, zu anderen Zeiten entschieden *heller* als Capella war. In mehreren Nächten schien er mir im Glanze zu wechseln; ganz sicher ist es aber, dass er im Allgemeinen nicht (wie im Januar 1846) auffallend heller als Capella war. Wenn ich auch auf diese Art Vergleichen kein grosses Gewicht lege, so scheinen sie mir doch den aus den Messungen geschöpften Beweis der Veränderlichkeit Rigel's zu vervollständigen. Man wird also die beiden Hauptsterne des Orion, α und β , unter die Variabeln zu setzen haben *).

C. Beobachtungen des Polarsterns.

Die 27 Vergleichen dieses Sterns mit Sternen erster Grösse geben, wenn man sie zunächst auf gleiche Zenitdistanzen reducirt

*) Es bemerkt auch Argelander in seiner „Aufforderung an Freunde der Astronomie“, Schumacher's Jahrb. für 1844 p. 254, dass Rigel und Procyon ihre relative Helligkeit zuweilen zu ändern scheinen.

(wozu auch bei ihnen die Werthe der φz aus der Tafel bereits in das Tableau der Beobachtungen eingetragen sind) und dann durch die bereits bekannten Helligkeiten der angewandten Sterne immer auf die von α Lyrae übergeht, folgende logarithmische Resultate:

N ^o	1	Polaris =	9,255	Capella =	9,171	Wega
	2		9,159	„ =	9,075	
	4	9,077	Wega =	9,077		
	6	9,659	Aldebaran =	9,218		
	7	9,251	Capella =	9,167		
	8	9,608	Aldebaran =	9,167		
	9	9,224	Procyon =	9,090		
	10	9,262	Capella =	9,178		
	11	9,108	„ =	9,024		
	12	9,022	Wega =	9,022		
	14	9,100	„ =	9,100		
	16	9,615	Aldebaran =	9,174		
	17	9,145	Wega =	9,145		
	18	9,195	Capella =	9,111		
	19	9,057	„ =	8,973		
	22	8,789	„ =	8,705		
	23	9,197	„ =	9,113		
	24	9,166	„ =	9,082		
	26	9,252	„ =	9,168		
	27	9,111	„ =	9,027		
	30	9,127	„ =	9,043		
	31	9,034	„ =	8,950:		
	33	9,310	„ =	9,226		
	58	9,184	Wega =	9,184		
	61	9,122	„ =	9,122		
	65	9,159	„ =	9,159		
	82	8,610	Capella =	8,526		

Im Mittel aller dieser Zahlen würde seyn

$$\log \text{Polaris} = 9,0740$$

oder

$$\text{Polarstern} = 0,1186 \text{ Wega}$$

(Wega 8,434 mal heller als der Polarstern.)

Die Fehler, welche hiernach den einzelnen Beobachtungen zukämen (in Einheiten der dritten Stelle des Logar.) würden der Reihe nach seyn

(Rechnung — Beobachtung)	
— 97	+ 101
— 1	+ 369
— 3	— 39
— 144	— 8
— 93	— 94
— 93	+ 47
— 16	+ 31
— 104	+ 124
+ 50	— 152
+ 52	— 110
— 26	— 48
— 100	— 85
— 71	+ 548
— 37	

19 negative Fehler stehen hier gegen nur 8 positive. Arithmetisches Mittel aller Fehler ohne Rücksicht auf die Zeichen = $\pm 0,098$; Summe ihrer Quadrate = $0,6183$ *); mittlerer Fehler

*) D. h. bei nicht halb so vielen Beobachtungen über doppelt so gross als bei den Vergleichen der Sterne erster Grösse unter sich.

$\approx 0,1513$; wahrscheinlicher $\approx 0,1020$. Mittelster aller Fehler, der Grösse nach, $\approx 0,085$. Alle diese Grössen zeigen auch bei den Beobachtungen dieses Sterns auffallend grössere Abweichungen, als bei denen der Sterne erster Grösse (Rigel ausgenommen) unter sich. Fehler, welche 0,100 übersteigen, kommen hier unter 27 Beobachtungen 8 mal vor, dort unter 63 Beobachtungen nur 6 mal. Die beiden Beobachtungen, welche die grössten Fehler haben (N^o. 22 und 82) sind dem Journale nach durch nichts verdächtig*), nur war wegen der Dunkelheit des Polarsterns die Einstellung schwierig. Nun ist es allerdings in der Ordnung, dass die Vergleichen dieses Sterns mit solchen, die weit heller sind als er, eine grössere Unsicherheit haben, als die der letztern unter sich, in so ferne die Einstellung der Objectivschlitten auf gleiche Helligkeit der Lichtflächen schwieriger ist, und Fehler in derselben grössern Einfluss auf den Logarithmus des Verhältnisses erhalten. Um beurtheilen zu können, in wie weit dieser Umstand die Abweichungen erklären kann, habe ich für die 14 ersten vollständigen Vergleichen des Sterns mit Wega, Capella und Procyon die Abweichungen aller einzelnen Ablesungen (zusammen 129) von den zugehörigen Mitteln gebildet, und auf solche Art gefunden, dass, wenn die Objectivhälfte, welche den Stern erster Grösse zeigt (wie bei diesen Beobachtungen immer), an die Gränze ihrer Verschiebbarkeit gebracht ist, die mittlere Unsicherheit einer einzelnen Einstellung des andern Schubers beträgt (in Pariser Linien):

<i>Polarstern im</i>	<i>Einstellung</i>	
	<i>über dem Bild</i>	<i>unter dem Bild</i>
<i>Hauptprisma</i>	1 ^{'''} ,27	0 ^{'''} ,89
<i>Nebenprisma</i>	0 ^{'''} ,97	1 ^{'''} ,07

*) N^o 31 hingegen verdient wenig Vertrauen. Vgl. d. Journ.

Daraus berechnet sich*), wenn jede Einstellung nur dreimal gemacht ist, der mittlere Fehler in der Bestimmung des so abgeleiteten Verhältnisses $= \pm 0,0404$ des Verhältnisses selbst; der wahrscheinliche $= \pm 0,0272$ oder der wahrscheinliche Fehler im Logarithmus $= 0,0117$. Der wahrscheinliche Fehler einer vollständigen Beobachtung, so weit er von Unsicherheit der Einstellung etc. herrührt, kann also diese Grösse sicher nicht übersteigen. Die Reduction auf gleiche Zenitdistanz aber ist hier nicht unsicherer als bei andern Sternen; da sie also für jene, noch vermisch mit den Einstellungsfehlern, nur 0,036 der Probabilität nach unsicher macht, so bleibt der wahrscheinliche Fehler, der den Beobachtungen des Nordsterns wirklich zugeschrieben werden kann, jedenfalls sehr weit unter dem Werthe 0,102, welcher aus der Abweichung der einzelnen Beobachtungen vom Hauptmittel sich ergab. Dies, verbunden mit der ebenfalls gegen die Gesetze der Probabilitäten bei zufälligen Fehlern streitenden *Vertheilung* der Fehler**) scheint mir sehr wenig Zweifel zu lassen, dass auch der *Polarstern veränderliche Helligkeit hat*, und zwar scheint sich aus den Beobachtungen zu ergeben, dass sein Licht die meiste Zeit sich ziemlich gleich bleibt, dass es aber in bestimmten Perioden Minima annimmt, in welchen

*) Die ganze Verschiebung, von der Lage über dem Bild in die unter dem Bild, beträgt für Polaris im Hauptprisma durchschnittlich etwa 35'', im Nebenprisma 40'' (im letztern mehr als im erstern, weil Prisma B das durchsichtigere ist). Für den helleren Vergleichssterne ist sie 93.

**) Zwischen 0 und 0,020 kommen vor 4

0,020 „ 0,040 4

0,040 „ 0,060 4

0,060 „ 0,080 1

0,080 „ 0,100 6

Ueber 0,100 8

es sich ungefähr auf die Hälfte des gewöhnlichen Werthes reducirt. Das Nähere hierüber wird einer fortgesetzten Untersuchung um so mehr vorbehalten bleiben müssen, als meine Vergleichenngen des Polarsterns, wie schon früher bemerkt, ursprünglich nicht zu diesem Zwecke unternommen wurden, und in Folge davon auch keineswegs auf die zur Erreichung desselben passendste Art angestellt sind. — Eine Veränderlichkeit in der relativen Helligkeit des Polarsterns gegen β Ursae minoris ist übrigens bekanntlich schon von Herschel, von Struve und von Heis wahrgenommen (vgl. Kosmos III. p. 255 und Herschel, Capreise p. 350), aber wenigstens von ersterem auf Rechnung des letzt genannten Sterns gesetzt worden. —

Was die allein stehende Vergleichung N^o 5 des Polarsterns mit *Algol* betrifft, so giebt sie reducirt:

$$1844 \text{ Nrb. } 10. 8^h 57' \log \text{ Algol} = 0,056 + \log \text{ Polaris.}$$

Setzt man hier $\log \text{ Polaris} = 9,074$, welcher Mittelwerth zufällig mit demjenigen sehr nahe zusammenfällt, den die Vgl. des Nordsterns mit *Wega* vom gleichen Datum giebt (9,077, aus Beob. N^o 4), so wird also für die angegebene Epoche

$$\log \text{ Algol} = 9,130$$

oder

$$\text{Algol} = 0,135 \text{ Wega};$$

ziemlich unabhängig von der vermutheten Veränderlichkeit des Polarsterns. Meine anfänglich gehegte Absicht, die Beobachtungen von β Persei regelmässig fortzusetzen, musste ich aufgeben, nachdem ich mich überzeugt hatte, dass der Plan, die Extinctionen und die Helligkeitsverhältnisse der Sterne erster Grösse zu ermitteln, allein die hiefür dispoible Zeit in Anspruch nahm. Die Beobachtung wird daher erst mit künftigen über diesen bekanntesten der variablen Sterne in Verbindung zu setzen seyn. —

6.

Es schien mir passend, die Untersuchung über die Extinction des Lichtes in verschiedenen Zenitdistanzen auch noch von einer andern Seite her anzugreifen, als der, von welcher aus ich sie oben auseinander gesetzt habe. Man hat nämlich bereits von *Lambert* (*Photometria*, pars V, cap. I.) eine theoretische Untersuchung dieses Gegenstandes, welche für die Absorption einen Ausdruck giebt, der eine einzige aus Beobachtungen zu ermittelnde Constante enthält. Etwas genauer hat *Laplace* (*Mécanique céleste*, T. IV. Livre X. Chap. III.) den Gegenstand behandelt und ihn mit der Theorie der astronomischen Refraction in Verbindung gesetzt. Abgesehen davon, dass es an sich interessant ist, die Uebereinstimmung der Beobachtungen mit dieser Theorie zu prüfen, so hat diese Untersuchung noch den Vortheil, dass sie mit Hilfe der in den Formeln vorkommenden und den Beobachtungen anzupassenden Constante auch den Verlust bestimmen lehrt, welchen ein Strahl bei senkrechtem Durchgang durch die Atmosphäre (also ein Zenitalstern) an Helligkeit erleidet, — wodurch die Extinctionen erst vollständig bekannt werden. Vorzüglich aber schien mir die Beifügung dieser Betrachtungen noch deshalb nöthig, um es völlig ausser Zweifel zu setzen, dass die Abweichungen einzelner Resultate von den mittleren nicht grösser sind, als sie am Schlusse von §. 3 gefunden wurden. Es haben nämlich *dieselben* Beobachtungen zugleich zur Ermittlung der Helligkeitsverhältnisse und zur Bildung der Extinctionstafel gedient; — allerdings mit Hinzunahme der Bedingung, dass die letztere *regelmässig fortschreitende* Werthe auch dann geben soll, wenn man nicht blos von Grad zu Grad, sondern etwa von 8 zu 8° die Differenzen bildet. Da aber nicht genau anzugeben ist, in wie fern durch diese Bedingung der Willkühr in der Herstellung einer empirischen Tafel ein Zaum angelegt wird, so könnte man noch glau-

ben, dass die einzelnen Beobachtungen nur deshalb durch die gefundenen Mittelwerthe im Ganzen gut dargestellt würden, weil jeder einzelnen zuvor schon ein über die Gebühr grosser Einfluss auf die Ableitung der Werthe von φz eingeräumt worden sei. Eine Vermuthung dieser Art wird am besten beseitigt werden durch den Nachweis, dass man durch die Bestimmung einer Einzigigen Constante, von welcher alle Extinctionen abhängen, wesentlich zu denselben Resultaten geführt wird.

Laplace, dessen Theorie ich hier folgen will (die *Lambert'sche* stimmt damit im Wesen überein), geht von der Voraussetzung aus, dass in jedem Element der Atmosphäre der Lichtverlust eines Strahles proportional ist seiner Intensität, der Dichtigkeit des Elementes und der Länge des durch dasselbe beschriebenen Weges. Bedeutet ε die übrigbleibende Lichtmenge, in Theilen der ursprünglichen, noch ungeschwächten, ausgedrückt, Θ die scheinbare Zenitdistanz, mit welcher der Strahl in's Auge trifft, E den Werth von ε für den Fall $\Theta = 0$, so erhält er die Näherungsgleichung

$$(1.) \quad \log \varepsilon = \frac{\log E}{\cos \Theta}$$

in welcher $\log \varepsilon$ so wie $\log E$ (beides negative Grössen) dem Barometerstand proportional sind. Für die unmittelbare Nähe des Horizonts, wo diese Gleichung nicht mehr ausreicht, leitet er mit Hilfe einer Annahme über die Constitution der Atmosphäre die Gl. ab

$$\frac{d\varepsilon}{\varepsilon} = - \frac{H d\vartheta}{\sin \Theta}$$

wo H eine Constante, $d\vartheta$ aber das Element der Refraction ist, so dass er die Gl. auch in Worten integrirt so aussprechen kann:

- (2.) „Les Logarithmes des intensités de la lumière sont donc alors comme les réfractions astronomiques divisées par les cosinus des hauteurs apparentes de l'astre.“

Aus einer andern Stelle (in §. 13.) geht hervor, dass Laplace die Giltigkeit der ersten Gl. bis auf $\Theta = 88^\circ$ des hundertheiligen Quadranten oder etwa 79° der gewöhnlichen Scala glaubt ausdehnen zu dürfen, also die zweite Formel speciell für Zenitdistanzen über 79° Grad aufstellt. Ich habe es vorgezogen, die zweite, als die genähertere, für alle Fälle anzuwenden.

Um die Verbindung zwischen diesen Gleichungen und unseren Grössen φz herzustellen, kann ich die zweite Gl. integrirt so schreiben:

$$\log \varepsilon = C - \frac{H. Refr.}{\sin \Theta} = \log \text{ Beob. Helligk.}$$

Will man die *wahre Helligkeit* des Strahls, ohne Atmosphäre, so ist die Refr. = 0, also bedeutet C die ursprüngliche Helligkeit und es ist

$$\log \text{ Ursprüngl. Helligk.} - \log \text{ Beobachtete Helligk.} = \frac{H. Refr.}{\sin \Theta}$$

oder wenn ich nach der Form der *Bessel'schen* Refractionstafel setze

$$(3.) \quad \text{Refract.} = \alpha \operatorname{tg} \Theta$$

(wo α noch einigermassen von Θ abhängig ist, und übrigens die verschiedenen Correctionen in sich enthält, welche bei genauer Rechnung angebracht werden), so wird

$$(4.) \quad \log \text{ Ursprüngl. Helligk.} - \log \text{ Beobacht. Helligk.} = \frac{H \alpha}{\cos \Theta}$$

Setzt man hier die Zenitdistanz o , und bedeutet α_0 den zugehörigen Werth von α , so ist

$$(5.) \quad \log \text{ Ursprüngl. Helligk.} - \log \text{ Zenitalhelligk.} = H\alpha_0$$

Wir haben aber auch, nach der Definition unserer Grössen φ

$$(6.) \quad \log \text{ Zenitalhelligk.} - \log \text{ Beobacht. Helligk.} = \varphi z$$

(z und Θ unterscheiden sich um den Betrag der Refraction, indem z die wahre, Θ die apparente Zenitdistanz ist.)

Die letzte Gl. von N^o 4 abgezogen, giebt links dieselbe Grösse wie in N^o 5, so dass man erhält:

$$\frac{H \alpha}{\cos \Theta} - qz = H\alpha_0$$

oder wenn man den Werth von H sucht

$$(7.) \quad \alpha_0 H = \frac{qz}{\frac{\alpha}{\alpha_0} \sec \Theta - 1}$$

Die Grösse rechts soll also für zusammengehörige Werthe von z , Θ , α immer dieselbe Constante werden, wenn die Theorie mit den Beobachtungsergebnissen übereinstimmt, und zwar ist diese Constante $\alpha_0 H$ nach Gl. 5. die Reduction des Logarithmus der Zenithelligkeit auf den Logarithmus der ursprünglichen Helligkeit, oder dasselbe, was in Gl. (1.) — $\log E$ bedeutet:

$$(8.) \quad \alpha_0 H = - \log E$$

(proportional dem Barometerstand.)

Um nun zuerst zu untersuchen, ob überhaupt einige Uebereinstimmung dieser Theorie mit den empirischen Resultaten statt findet, bildete ich eine Tabelle, welche für Θ als Argument die Werthe von qz gab (indem ich durch die mittlern Refractionen übergieng) und eine zweite, welche für dasselbe Argument die Werthe $\frac{\alpha}{\alpha_0} \sec \Theta - 1$ nebst ihren Logarithmen enthielt, — wobei ich die Werthe von α und α_0 aus den Tab. Regionum. Tab. XIV. für den Barometerstand 317^{'''} (ungefähr der mittlere für München) entnahm. Mittelst dieser beiden Tafeln wurden aus Gl. (7.) für $\alpha_0 H$ folgende Werthe gefunden, die eigentlich alle gleich seyn sollten:

Θ	$\alpha_0 H$	Θ	$\alpha_0 H$	Θ	$\alpha_0 H$
20° . . .	0,0471	56° . . .	0,0918	80° . . .	0,0858
30 . . .	0,0454	60 . . .	0,0978	82 . . .	0,0891
40 . . .	0,0559	64 . . .	0,1024	84 . . .	0,0831
44 . . .	0,0670	68 . . .	0,1030	86 . . .	0,0704
48 . . .	0,0773	72 . . .	0,0995	88 . . .	0,0732
52 . . .	0,0854	76 . . .	0,0890	89 . . .	0,0672

Man sieht, dass die Werthe Anfangs zunehmen, in der Gegend von 68° ein Maximum erreichen, und dann wieder abnehmen. Uebrigens ist auf die ersten nicht viel Gewicht zu legen, weil sie aus zu kleinen Werthen von qz berechnet sind, und bei den letzten sind Unregelmässigkeiten zu besorgen. Nimmt man daher das Mittel aus den Werthen von $\Theta = 52^\circ$ bis inclusive $\Theta = 80^\circ$ allein, so ist dieses 0,09433 (vorläufiger Werth). Berechnet man nun rückwärts mit diesem Werthe von $\alpha_0 H$ aus Gl. (7.) die Werthe von qz , so erhält man zwischen dieser Rechnung und den empirischen Werthen folgende Unterschiede in Einheiten der dritten Decimale

(Rechnung — Beobachtung)

Θ		Θ		Θ	
10° . . .	+ 1	52° . . .	+ 6	76° . . .	+ 20
20 . . .	3	56 . . .	+ 2	80 . . .	42
30 . . .	8	60 . . .	— 3	82 . . .	65
40 . . .	12	64 . . .	— 10	84 . . .	116
44 . . .	11	68 . . .	— 18	86 . . .	295
48 . . .	8	72 . . .	— 11	88 . . .	377
				89 . . .	658

Für sehr kleine und sehr grosse Zenitdistanzen ist also die empirische Extinction kleiner als die theoretische, in der Mitte hingegen grösser. Uebrigens kann man sich die Unterschiede bis etwa

$\Theta = 80^\circ$ noch gefallen lassen, von da an werden sie aber entschieden viel zu gross. Bei 89° giebt die Rechnung eine 4,55 mal grössere Extinction als die Beobachtung (d. h. der Stern wird 4,55 mal heller gesehen als er nach der Theorie erscheinen sollte.)

Ich schliesse hieraus, dass die Laplace'sche Theorie für Zenitdistanzen, welche über 80° steigen, nicht ausreichend ist (was auch schwerlich überraschen kann), — dass sie aber in grösseren Höhen den Beobachtungen ziemlich gut genügt. Um mich von dem letztern Umstand noch genauer zu überzeugen, unternahm ich es noch, statt des vorläufigen Werthes $\alpha_0 H = 0,09433$ denjenigen abzuleiten, welcher dem Total aller Beobachtungen an Fixsternen erster Grösse. — mit Ausschluss derjenigen, in welchen Zenitdistanzen über 80° vorkommen, dann der Vergleichen Rigel's mit andern Sternen und der Beobachtung N^o 35. — möglichst gut genügt. Jede Beobachtung liefert zu-dem Ende, wenn man in die Gl. §. 3. IV. für φz seinen theoretischen Werth aus (7.) setzt, eine Gleichung folgender Form:

$$(9.) \left\{ \begin{array}{l} \log \text{ Wahres Helligkeitsverh.} = \log \text{ Beobacht. Helligkeitsverh.} \\ + \alpha_0 H \left\{ \left[\frac{\alpha}{\alpha_0} \text{ Sec } \Theta - 1 \right] - \left[\frac{\alpha'}{\alpha_0} \text{ Sec } \Theta' - 1 \right] \right\} \end{array} \right.$$

(wo die Grösse α' , Θ' sich auf den Stern beziehen, welchen man sich im Nenner denkt). Um übrigens wirklich die Zahlen zu finden, welche die Theorie mit der Beobachtung in möglichst gute Uebereinstimmung bringen, darf man hier die Gröszen zur Linken nicht als bekannt ansehen, und etwa die gegen Ende von §. 3. gefundenen Werthe dafür setzen: denn diese Werthe sind nur die wahrscheinlichsten in Voraussetzung der in demselben §. abgeleiteten Zahlen für die Extinction; — sondern man muss sie selbst erst aus den nämlichen Gleichungen suchen. Will man nicht successive Annäherung anwenden, bei welcher man sich erst besonders zu überzeugen

hätte, dass man sich nicht in einem Cirkel bewegt, so wären also aus den Gleichungen (welche für alle Unbekannten, nämlich für die wahren Helligkeitsverhältnisse und für die Grösse $\alpha_0 H$, streng linear sind) die wahrscheinlichsten Werthe von 12 Unbekannten ($\alpha_0 H$ und 11 Sterne ausser Wega) nach der Methode der kleinsten Quadrate zu berechnen. Die Unbekannten würden nicht, wie früher, in mehrere Systeme zerfallen, weil die neue Unbekannte $\alpha_0 H$, die in allen Gleichungen vorkommt, sie alle verknüpft. Die Bildung der Normalgleichungen und die Elimination der Unbekannten wäre also ziemlich mühsam; allein man kann hier eine Methode anwenden, welche sich in ähnlichen Fällen oft mit Vortheil wird brauchen lassen, und welche Strenge mit Bequemlichkeit verbindet. Das Wesen derselben werde ich, da es sehr einfach ist, sogleich an der besondern Gestalt unserer Gleichungen durch folgende Betrachtungen erläutern:

Es bezeichne x den Werth des Logarithmus der Helligkeit (in Einheiten der Helligkeit Wega's) für Einen, y für einen zweiten Stern u. s. w.; f den *bekannt* Zahlenfactor rechts in der Klammer in (9.), und zur Abkürzung werde G statt $\alpha_0 H$ geschrieben. Die Gl. steht dann so:

$$(10.) \quad x - y = \log \text{ Beob.} + fG$$

(wobei f positiv ist, wenn links die voraustehende Grösse x sich auf den tiefer stehenden Stern bezieht).

Zu jedem Werthe, den man für $\alpha_0 H$ oder G annehmen mag, gehören gewisse am besten mit ihm harmonirende Werthe für x, y, \dots Diese Werthe sind Functionen von G , und zwar, wie leicht zu sehen ist, *lineäre*. Denn sie werden gefunden, indem man erst aus allen Gleichungen solcher Art, in welchen links *dieselben* Grössen stehen, die Mittel (mit Rücksicht auf Gewichte) ableitet, wodurch

man wieder eine Gleichung der nämlichen Gestalt erhält (nur dass in der so abgeleiteten Bedingungsgleichung an die Stelle von *log Beob.* und *f* die Mittelwerthe dieser Grössen treten); hierauf multiplicirt man nach dem bekannten Verfahren der Methode der kleinsten Quadrate jede Gleichung mit einem vorgeschriebenen, bekannten und von *G* ganz unabhängigen Factor, addirt sie in dieser Form, und erhält so eine erste Normalgleichung, in welcher links die Unbekannten *x*, *y*, *z* . . . mit gegebenen Zahlenfactoren multiplicirt, rechts ausser einem rein constanten Gliede die Grösse *G* mit einem ähnlichen Zahlenfactor multiplicirt vorkommt. Gleiche Gestalt haben alle übrigen Normalgleichungen, so dass sie alle in folgender Form gedacht werden können:

$$\begin{aligned} a x + b y + c z + \dots &= n \\ a' x + b' y + c' z + \dots &= n' \\ a'' x + b'' y + c'' z + \dots &= n'' \\ &\text{u. s. w.} \end{aligned}$$

wo die Grössen *n*, *n'*, *n''*, . . . lineäre Functionen von *G* sind. Aber *x*, *y*, *z*, . . . sind nach diesen Gleichungen selbst lineäre Functionen von den *n*; — also müssen sie es auch, wie behauptet wurde, von *G* seyn. Hätte man daher für *G* irgend einen beliebigen Zahlenwerth *G*₀ angenommen, und mit Zugrundelegung desselben nach der Methode der kleinsten Quadrate für *x*, *y*, *z*, . . . Zahlen *x*₀, *y*₀, *z*₀, . . . gefunden, und dann für einen zweiten angenommenen Werth *G*₁ von *G* entsprechende Zahlenwerthe *x*₁, *y*₁, *z*₁, . . ., so wird man zwischen jedem andern Werth *G* und den zugehörigen Werthen von *x*, *y*, *z*, . . . folgende strenge Gleichungen haben:

$$\begin{aligned} (11.) \quad x &= x_0 + (G - G_0) \frac{x_1 - x_0}{G_1 - G_0} \\ y &= y_0 + (G - G_0) \frac{y_1 - y_0}{G_1 - G_0} \\ z &= z_0 + (G - G_0) \frac{z_1 - z_0}{G_1 - G_0} \\ &\text{u. s. w.} \end{aligned}$$

(Wenn die Bedingungsgleichungen nicht wie in unserem Falle *genau*, sondern nur *näherungsweise* linear wären, würden auch diese Gleichungen nur genäherte Geltung haben, und zwar müssten dabei G_0 und G_1 ebenfalls schon in die Nähe des eigentlich gesuchten wahrscheinlichsten Werthes von G fallen.)

Mittelst der Gleichungen (11.) können nun die Grössen x, y, z, \dots aus allen Bedingungsgleichungen von der Form (10.) eliminiert und durch die Einzige Unbekannte G oder auch $G - G_0$ ersetzt werden. Geschieht dies, und bezeichnet man zur Abkürzung mit F den Fehler, welchen die Hypothese $G = G_0$ in Gl. (10.) übrig gelassen hat, d. h. setzt man

$$(12.) \left\{ \begin{array}{l} x_0 - y_0 - \log \text{ Beob.} - f G_0 = F \\ G = G_0 + \Delta G \end{array} \right.$$

so nimmt die Gl. (10.) die Form an:

$$(13.) \quad F = \Delta G \left(f - \frac{x_1 - x_0}{G_1 - G_0} + \frac{y_1 - y_0}{G_1 - G_0} \right)$$

und eben so alle übrigen Bedingungsgleichungen. Man rechnet aus ihnen allen denjenigen Werth ihrer Einzigen Unbekannten ΔG , welcher die Summe der Quadrate ihrer Fehler zu einem Minimum macht, und hat dann auch den Werth von $G = G_0 + \Delta G$ und die zugehörigen von x, y, z, \dots aus den Gl. (11.), — welche derselben Bedingung genügen.

Das Wesentliche dieses Ganges besteht also darin, dass man, anstatt alle Unbekannten G, x, y, z, \dots auf Einmal nach der Methode der kleinsten Quadrate suchen zu müssen, erst für zwei willkürliche Werthe G_0 und G_1 von G die übrigen Unbekannten allein zu suchen hat; für diese beiden Werthe von G haben die Coefficienten der andern Unbekannten in entsprechenden Normal-

gleichungen *dieselben* Werthe, und nur die rein constanten Glieder derselben verschiedene; von der Rechnung, welche zur Auflösung der Gleichungen durch successive Elimination der Unbekannten erforderlich ist, braucht daher nur der kleinste Theil hier doppelt geführt zu werden. Zuletzt wird dann die vorher von den Uebrigen getrennte Unbekannte G für sich gefunden und durch einfache Substitution derselben in die Gl. (11.) das definitive Resultat auch für alle übrigen festgestellt. Der Vortheil dieser Theilung des Algorithmus ist erheblich, wenn, wie in unserm Fall, nach Beseitigung der Unbekannten G die übrigen von selbst in mehrere geschiedene Systeme zerfallen: statt 12 Unbekannte aus 12 Normalgleichungen zu suchen, haben wir in Folge dessen auf Einmal nicht mehr als 8 Gleichungen mit 8 Unbekannten zu lösen, welches eine bei weitem weniger mühsame Rechnung giebt. In unserem Falle kommt noch dazu, dass in diesen einzelnen Systemen von Gleichungen (die man zweimal zu lösen hat, für $G = G_0$ und für $G = G_1$) die Coefficienten der Unbekannten nothwendig dieselben werden, wie in den Normalgleichungen 1) bis 8) des §. 3. u. s. w. *); dass also der grösste Theil des Eliminationsverfahrens durch die schon geführte Rechnung ganz erspart ist.

Auf solche Weise habe ich aus allen Beobachtungen mit Ausschluss der angegebenen als wahrscheinlichsten Werth gefunden die Grösse G oder

*) Sie werden *genau* dieselben, wenn man, wie ich gethan habe, auch hier diejenigen wenigen Beobb., in welchen Zenitdistanzen über 80° vorkommen, mit halbem Gewicht mitstimmen lässt, diese aber wie zuvor mit den *empirischen* Werthen von φz reducirt, da die Theorie auf sie nicht mehr anwendbar ist.

$$\alpha_0 H = 0,0948 = - \log E$$

daher $E = 0,8039 =$ Verhältniss der Helligkeit eines im Zenit gesehenen Sterns zur Helligkeit, die er ohne Dazwischentritt der Atmosphäre haben würde.

Ein Strahl verliert also bei senkrechtem Durchgang durch die Atmosphäre ungefähr $\frac{1}{5}$ seines Lichtes. $\alpha_0 H$ muss dem Barometerstand proportional seyn. Reducirt man daher von dem unsrigen (= 317 Pariser Linien) auf den gewöhnlich angenommenen normalen von 0,760 Mètre, so wird

$$E = 0,7942; \alpha_0 H = 0,10007 = \frac{1}{10}$$

Laplace führt (a. a. O.) eine Bestimmung *Bouguer's* an, der dieselbe Grösse E an der Oberfläche des Meeres bestimmt hat zu 0,8123. Die Uebereinstimmung beider Resultate, die auf gänzlich verschiedenen Beobachtungsarten beruhen *), kann überraschend genannt werden. Dagegen weicht die von *Lambert* gefundene Zahl 0,59 weit ab. Ich glaube daher, dass die letztere, die meinen zahlreichen und über mehrere Jahre vertheilten Beobachtungen durchaus nicht genügen würde, für künftige Anwendung geradezu verworfen werden muss **).

*) *Bouguer* hat seine Zahl gefunden, indem er durch Vergleichung des Mondlichtes mit Kerzenlicht erhob, dass das erstere bei einer Höhe des Mondes von $66^\circ 11'$ sich zu dem bei der Höhe von $19^\circ 16'$ verhielt wie $(50)^2 : (41)^2$ oder sehr nahe wie 3 : 2. In Anbetracht, dass er nur Einen Versuch gemacht hat, und bei der Unsicherheit, welcher Vergleichen zwischen Mondlicht und künstlichem Licht nothwendig ausgesetzt sind, scheint ein günstiger Zufall der Umsicht des Beobachters noch sehr zu Statten gekommen zu seyn. — S. übrigens seinen *Essai d'optique sur les graditions de la lumière*, p. 162

***) Dies kann auch schwerlich überraschen, wenn man bedenkt, dass *Lambert*

Die wahrscheinlichsten Werthe für die Verhältnisse der Helligkeiten der Sterne werden, wenn sie aus den auf diese Art theoretisch bestimmten Extinctionen gerechnet werden, die in der zweiten Columnne des folgenden Täfelchens stehenden Zahlen. In die erste setze ich zur Vergleichung die zuvor mit den rein empirischen Extinctionen gefundenen Werthe (s. p. 49.) noch einmal:

	I.	II.
Sirius	4,57	4,47
Wega	1,000	1,000
Arctur	0,850	0,848
Capella	0,824	0,826
Procyon	0,735	0,735
Attair	0,494	0,488
Spica	0,489	0,474
Aldebaran	0,362	0,354
Antares	0,337	0,326
Regulus	0,323	0,316
Deneb	0,305	0,309
Pollux	0,284	0,276

Mag man dieser oder jener Art der Reduction den Vorzug geben, so bleiben sie also wesentlich ungeändert.

Die Fehler, welche nach dieser auf die Laplace'sche Theorie

eigentlich gar nicht die Absorption des *Lichtes* in der Atmosphäre, sondern vielmehr die der *strahlenden Wärme* der Sonne bestimmt und nur stillschweigend vorausgesetzt hat, dass dieselbe der des Lichtes gleich sei. Er verglich nämlich den Gang zweier Thermometer während eines Tages, von welchen das Eine den Strahlen der Sonne ausgesetzt war, während das andere, vor denselben geschützt, den gleichzeitigen Wechsel der allgemeinen Temperatur angab. Vgl. seine Pyrometrie, §. 283, auf welche Stelle die „Photometrie“ §. 886 Bezug nimmt.

gegründeten Reductionsart in der Darstellung der einzelnen Beobachtungen übrig bleiben, sind folgende:

<i>N</i> ^o	<i>Rechn.</i>	—	<i>Beob.</i>	<i>N</i> ^o	<i>Rechn.</i>	—	<i>Beob.</i>
3 . . .	+		4	69 . . .	+		38
13 . . .		—	3	70 . . .		—	40
15 . . .		—	15	71 . . .	+		29
20 . . .		—	36	73 . . .		—	62
21 . . .	+		6	74 . . .		—	4
25 . . .		—	3	75 . . .	+		6
28 . . .		—	24	78 . . .		—	59
29 . . .	+		167	79 . . .		—	5
32 . . .		—	30	80 . . .		—	97
34 . . .		—	142	83 . . .		—	12
36 . . .		—	128	87 . . .		—	7
37 . . .	+		24	90 . . .	+		11
38 . . .	+		87	91 . . .	+		12
39 . . .	+		41	92 . . .		—	9
40 . . .		—	35	93 . . .	+		28
41 . . .	+		82	94 . . .	+		72
44 . . .	+		51	95 . . .	+		15
46 . . .	+		81	96 . . .		—	9
47 . . .	+		44	97 . . .	+		36
48 . . .	+		27	99 . . .		—	20
49 . . .	+		13	100 . . .		—	36
50 . . .			0	101 . . .	+		7
51 . . .	+		21	102 . . .		—	91
53 . . .		—	30	103 . . .		—	24
56 . . .	+		108	104 . . .		—	23
57 . . .	+		47	105 . . .		—	10
59 . . .	+		8	106 . . .		—	15
64 . . .		—	71	107 . . .	+		40

Die Summe ihrer Quadrate ist 0,1595, während sie für diese Beobachtungen bei der Reduction nach der rein empirischen Tafel beträgt 0,1547. Der Unterschied ist nur $\frac{1}{33}$ des Ganzen. Man kann also Beobachtungen, in welchen keine Zenitdistanzen über 80° vorkommen, sehr wohl nach der Laplace'schen Formel oder nach unserer Gl. (9.) auf gleiche Zenitdistanzen reduciren, indem man für $\alpha_0 H$ den gefundenen Werth $= \frac{1}{10} (1 - \frac{1}{20})$ anwendet. Vertheilt man indessen die übrigbleibenden Fehler nach den beiden Zenitdistanzen, zu welchen sie gehören, in ein schachbrettartiges Schema, auf dieselbe Art wie dies in §. 3 bei der Verbesserung der ersten empirischen Extinctionstafel erläutert worden ist, so bemerkt man, dass eine gewisse Regelmässigkeit in der Vertheilung der Zeichen unverkennbar ist, von der Art, dass sie anzeigt, dass die grössten Extinctionen im Vergleich mit den kleinsten, und eben so die mittlern im Vergleich mit den grössten, etwas *zu gross* sind; d. h. die Formel giebt für sehr grosse und noch mehr für mittlere Zenitdistanzen zu grosse Extinctionen. Verringert man aber die Werthe in diesen Gegenden, so werden sie dadurch denjenigen näher gebracht, welche die rein empirische Tafel giebt. Mehr zufolge dieser Betrachtungen und weil ohnedies für Höhen, welche kleiner als 10° sind, die Formel sich ganz von der Wahrheit entfernt, als wegen des wenig erheblichen Unterschieds in der Quadratsumme der Fehler glaube ich, der empirischen Tabelle den Vorzug geben zu müssen, und unterdrücke desshalb die ausführlichere Tafel, welche ich zur bequemerem Reduction nach der *Formel* für die theoretischen Werthe von φz (aus Gl. 7) mit z als Argument berechnet habe, indem ich daraus, zur Vergleichung mit den rein empirisch gefundenen, nur folgende Werthe gebe:

Werthe von qz nach der Laplace'schen Theorie, mit $\alpha_0 H = 0,0948$.

z	qz	z	qz	z	qz
0° . . .	0,000	30° . . .	0,015	60° . . .	0,094
10 . . .	0,001	40 . . .	0,029	70 . . .	0,180
20 . . .	0,006	50 . . .	0,052	80 . . .	0,428

A n h a n g.

Ueber die

Helligkeit der Sonne, verglichen mit Sternen, und über die Licht reflectirende Kraft der Planeten und des Mondes.

Bei dem ungeheuern Abstände der Helligkeit der Sonne gegen die der Sterne kann Alles, was in dieser Richtung bisher ermittelt worden ist, nur in die Klasse sehr roher Versuche gerechnet werden. Die verschiedenen bisher erlangten Resultate, zu welchen meine eigenen Beobachtungen ehenfalls einen kleinen Beitrag liefern, werde ich so vollständig, als sie mir bekannt sind, hier wiedergeben.

Die Vergleichenungen zwischen Sonne und Sternen sind alle durch Einschaltung eines andern leuchtenden Objectes von einer Art mittlerer Helligkeit gemacht. Der directeste Versuch dieser Art ist

I. Der von *Wollaston*, (*Philos. Transactions for 1829 Part I. N^o IV.*) das Licht der *Sonne* mit dem von *Sirius* zu vergleichen. Das Mittelglied bildete künstliches Licht. Von der Sonne wurde

durch Reflexion auf einer mit Quecksilber gefüllten Thermometerkugel ein kleines Bild, ein künstlicher Stern, erzeugt, ebenso von dem Kerzenlicht; das letztere Bild, durch eine Loupe betrachtet und je nach der Entfernung des Lichtes heller oder dunkler zu machen, wurde verglichen mit dem durch ein Fernrohr gesehenen Sonnenbild, und ebenso mit dem Sterne selbst. Durch gelbe Gläser am Okular des Fernrohrs waren das Sonnenbild sowohl als der Stern gefärbt, um ihre Farbe der des Kerzenlichtes näher zu bringen; eigentlich ist daher die Vergleichung nicht sowohl anzusehen wie eine solche der Helligkeit der Sonne mit der des Sirius überhaupt, als vielmehr wie eine Vergleichung der Quantitäten gelben Lichtes in beiden. Für jeden Himmelskörper sind sieben Vergleichungen mit dem künstlichen Licht gemacht. Die Zusammenstellung der 49 aus ihnen sich ergebenden Resultate (p. 26 bei W.) zeigt, dass sie in sehr hohem Grade unsicher sind; sie variiren in keinem geringeren Verhältnisse, als dem der Zahlen $(70)^2 : (183)^2$ oder $1 : 6,8$. Das mittlere Resultat ist, wenn man annimmt, dass die Thermometerkugel alles auffallende Licht reflectirt,

Sonne heller als Sirius 11800 Millionen mal,

nimmt man aber, was jedenfalls der Wahrheit bedeutend näher liegt, an, dass bei solcher Reflexion die Hälfte alles Lichtes ungefähr verloren geht, so wird

Sonne heller als Sirius 20000 Millionen mal.

Dass diese Zahlen einen sehr grossen wahrscheinlichen Fehler haben müssen, ist aus dem bereits Gesagten klar *).

*) W. hat auch eine einzelne Vergleichung von Wega mit dem künstlichen Stern gemacht, wornach wäre Wega : ☉ = $1 : 180000$ Millionen (a. O. p. 24.) Nach dem, was über die Abweichung der verschiedenen

Andere Vergleichen haben die Helligkeit des *Vollmondes* zum Mittelglied zwischen Sonne und Sterne gemacht. Hieher gehört Folgendes:

II. *Versuche, die Helligkeit der Sonne mit der des Vollmondes zu vergleichen.*

a) Die erste Idee einer solchen Vergleichung scheint die von *Smith* zu seyn, welcher die scheinbare Helligkeit des Mondes der mittleren Helle des reinen Himmels („*coelum sudum*“ bei *Lambert*, *Photom.* §. 1048 und sonst) bei Tage ungefähr gleich setzt. Durch Betrachtungen, deren ich weiter unten (bei IV.) noch etwas zu erwähnen haben werde, kann man die Erleuchtung, welche eine horizontal liegende Fläche vom blauen Himmel her erhält, einigermassen in Verbindung bringen mit der, welche die Sonne, in Zenit stehend, ihr geben würde; nimmt man also an, dass der Mond eben so viel Licht sendet als ein scheinbar gleich grosses Stück des Himmelsgewölbes bei Tage, so kann man das Verhältniss zwischen Sonnenschein und Mondschein rechnen und es würde hiernach nach *Lambert* a. a. O. etwa 300000 zu 1. An die Stelle dieser Zahl müsste man indessen jetzt besser setzen 400000 : 1, indem nämlich *L.* aus einer Art von Mittel seiner eignen und der *Bongner'schen* Bestimmung über die Absorption des Lichtes folgert, dass die Sonne direct uns 6 mal mehr Licht sendet, als das Himmelsgewölbe (§. 914.); hält man aber, wie jetzt geschehen muss, die *Bongner'sche* Bestimmung allein aufrecht, und bleibt übrigens den *Lambert'schen* Schlüs-

für *Sirius* von ihm erhaltenen Zahlen gesagt worden ist, versteht es sich indess von selbst, dass ein auf einer einzigen Beobachtung beruhendes Resultat solcher Art so gut wie gar kein Vertrauen in Anspruch nehmen kann.

sen treu, so erhält man statt der Zahl 6 jetzt 8, und muss daher auch die Zahl 300000 in demselben Verhältniss $\frac{8}{6}$ oder $\frac{4}{3}$ vergrössern. Allein in dem ganzen Raisonnement steckt noch ein grösserer Irrthum. Denn da wir bei Tage in den Richtungen, welche nach Punkten der Mondfläche führen, nicht blos Licht des Mondes empfangen, sondern auch Licht vom Himmel, eben so gut als von den benachbarten Theilen der Atmosphäre, so kann die als richtig eingerännte Thatsache, dass die scheinbare Helligkeit des Mondes bei Tage nicht sehr auffallend grösser ist als die des umgebenden Grundes, durchaus nicht sagen, dass der Mond uns etwa eben so viel Licht zusendet als ein gleich grosses Stück des Himmels, sondern vielmehr, dass er uns *merklich weniger* Licht sendet (weil sein Licht dasjenige des Theils der Atmosphäre, hinter welchem er steht, nicht bedeutend verstärkt). Um wie viel weniger, weiss man nicht, jedenfalls kann aber diese Betrachtung, hiernach berichtet, es nur wahrscheinlich machen, *dass das Sonnenlicht dasjenige des Vollmondes in einem beträchtlich stärkeren Verhältniss als 400000 : 1 übertrifft.*

b) Einen zweiten Versuch zur Vergleichung von Sonne und Mond hat *Bouguer* *) gemacht, indem er das Licht beider mit dem von Kerzen verglich. Vier verhältnissmässig gut übereinstimmende Versuche (die Werthe schwanken nur im Verhältniss 26 : 33) geben im Mittel nahe

$$300000 : 1$$

c) Von diesem Resultate weicht wieder dasjenige sehr stark ab, welches *Wollaston* auf ähnliche Weise (und zwar mittelst Ver-

*) Essai d'optique sur les gradations de la lumière, p. 31.

gleichung der *Schatten*) erhielt. Er findet (Ph. Tr. 1829. p. 271 aus 12 Vergleichen zwischen der Sonne und Kerzenlicht und zweien zwischen Vollmond und Kerze

Sonne heller als Vollmond 801000 mal.

wobei er anführt, dass seine Vergleichen zwischen Sonne und Kerzenlicht gut, aber die zwischen Mond und Kerzenlicht schlecht mit den Bouguer'schen übereinstimmen. Bedenkt man, dass B. vier von einander ganz unabhängige Versuche gemacht hat (W. für den Mond nur 2), ferner, dass das auf ganz ähnlichen Beobachtungen am Mondlicht beruhende Resultat B.'s über die Extinctionsconstante durch meine Untersuchungen so gut als vollkommen bestätigt worden ist, so müsste man, so lange keine anderen Umstände mitsprechen, den innern Gründen nach der Zahl des Französischen Gelehrten wohl den Vorzug geben. Andere Beziehungen (s. unten bei der Besprechung der wahrscheinlichen Albedo des Mondes) scheinen aber wieder darauf hinzudeuten, dass selbst die Wollaston'sche Zahl noch zu klein seyn möchte.

d) Auf einer verschiedenen, sehr sinnreichen Idee beruht ein Versuch, den *Steinheil* zur Vergleichung zwischen Sonne und Mond gemacht hat*). Sein Verfahren vergleicht eigentlich zunächst die Erleuchtung, welche der Himmelsgrund von der Sonne erhält, mit der, die er vom Monde empfängt, und zwar dadurch, dass bei Tage und in der Vollmondnacht ein Fernrohr auf den Polarstern gerichtet und dann das Ocular aus der Lage, wo es das Bild deutlich zeigt, so weit verschoben wurde, bis der Liebkreis, in welchen der Stern dadurch verwandelt wurde, sich von der allgemeinen Erleuchtung des Grundes nicht mehr auszeichnete. Aus der Grösse beider hiezu

*) Elemente der Helligkeitsmessung, p. 32.

nöthigen Verstellungen wurde dann auf das Verhältniss der Erleuchtungen selbst geschlossen, und dieses gefunden = 1650 : 1; welches Resultat natürlich nicht erlangt werden konnte ohne die (unwahrscheinliche) Voraussetzung gleicher Empfindlichkeit des Auges bei Tage und bei Nacht. Da nun noch hinzukommt, dass der Polarstern wahrscheinlich veränderlich ist, ferner, dass man auf das Verhältniss zwischen Sonne und Mond nur schliessen könnte in der weitem Voraussetzung, dass bei Tage und bei Nacht gleich viel Licht-reflectirende Theile in der Atmosphäre in der Richtung gegen den Polarstern waren, — welches von den meteorologischen Verhältnissen abhängt und höchstens im Mittel häufiger Vergleichen annehmbar wäre, — endlich, dass die Vergleichung unter besonders ungünstigen Umständen nur versuchsweise gemacht ist, — so muss man ohne Zweifel ihrem Urheber Recht geben, welcher nicht nur a. a. O. ausdrücklich erwähnt, sondern mich noch besonders zu der Erklärung ermächtigt hat, dass er auf das Zahlenresultat derselben für die Vergleichung zwischen Sonne und Mond keinen Werth lege. In Folge dessen würde ich diese Beobachtung gar nicht erwähnt haben, wenn nicht ihr Princip doch geeignet schiene, in Zukunft einigen Beitrag zur Beantwortung unserer Frage zu liefern, und wenn nicht Humboldt (p. 133 des Kosmos III.) einer Zahl für das Verhältniss zwischen Sonne und Arcturus die Aufnahme gestattet hätte, welche zum Theil auf dieser Beobachtung beruht *).

■ Nach Allem diesem, besonders nach der schlechten Ueberein-

*) Humboldt citirt dieselbe aus Struve, Stellar. compos. mens. Die Originalstelle ist die oben angeführte. Den andern und weit sicherern Theil des Uebergangs von ☉ auf Arctur bildet die sogleich zu erwähnende Vergleichung des Sterns mit dem Vollmond.

stimmung zwischen Wollaston's Zahl und der des sorgfältig beobachtenden Bouguer, ergibt sich, dass wir über das Verhältniss der Helligkeit von Sonne und Vollmond nur etwa so viel wissen, dass jene Hunderttausende von Malen grösser ist, als diese.

III. *Versuche, die Helligkeit des Vollmondes mit der von Sternen zu vergleichen.*

Da die hellsten Sterne dem Vollmonde weit näher kommen, als dieser der Sonne, so kann man dieser Art Vergleichen jedenfalls mehr Vertrauen schenken, als den eben Besprochenen. Es gehören hieher folgende:

a) Vergleichung zwischen *Vollmond* und *Arcturus* von *Steinheil*. (p. 31 der „Elemente“). Der Stern wurde hierbei durch Verschiebung des Oculars in eine helle Scheibe verwandelt, der Mond aber im Bilde, ebenfalls im Fernrohr, betrachtet, und bei der Beobachtung des letztern durch vorgesetzte Blendungen die Oeffnung des Objectivs so verkleinert, dass die Helligkeit der Lichtscheibe des Sterns der des Mondes comparabel wurde. Da dasselbe Fernrohr in beiden Fällen angewandt wurde, so ist der Uebergang mittelst künstlichen Lichtes, mit dem beide Helligkeiten verglichen wurden, gemacht. Man findet die Originalzahlen der 3 ziemlich gut übereinstimmenden Vergleichen a. a. O.; indem ich die Lichtmengen sich gleich setze, welche im Einen und im andern Fall auf gleich grosse Flächen der Retina gelangen*), erhalte ich im Mittel der 3 Beobachtungen das Resultat

*) Wenn J der ganzen Helligkeit des Vollmondes, J' der des Sternes proportional ist, p die Brennweite des Fernrohrs, g den Durchmesser der Blendung, A die Verschiebung des Oculars von der Stellung des deut-

Vollmond heller als Arcturus 17510 mal.

Diese Zahl muss nothwendig etwas zu klein seyn. Bei der Beobachtung des Sterns gelangt nämlich mit dem Lichte desselben zugleich auch Mondlicht, vom Himmelsgrunde reflectirt, in's Auge, und verstärkt das erstere. Ich habe versucht, diesen Umstand einigermaßen in Rechnung zu ziehen, wozu ich die schon oben angeführte Beobachtung benützte über die Verschiebung, die bei Betrachtung des Polarsterns dem Ocular gegeben werden konnte, bis sein Licht in dem allgemeinen des Himmelsgrundes verschwand, und dabei annahm (wie es ungefähr den Erfahrungen bei meinen photometrischen Messungen entspricht), dass dem Auge der Unterschied zweier leuchtenden Flächen etwa von der Helligkeit, die der Vollmond dem Himmel giebt, dann unmerklich wird, wenn die Eine um einen Bruchtheil zwischen $\frac{1}{40}$ und $\frac{1}{50}$ heller seyn mag, als die andere *). Hiernach dürfte das obige Verhältniss um $\frac{1}{10}$ zu ver-

lichen Bildes aus bedeutet (alle drei in gleichem Maasse ausgedrückt), endlich der scheinbare Durchmesser des Mondes = 31',1 gesetzt wird, so ergibt sich die Formel:

$$\frac{J}{J} = \left\{ \frac{31.1 \cdot 60 \cdot \mu\mu}{206264.8 \cdot gA} \right\}^2.$$

In so ferne 31',1 der *mittlere* scheinbare Durchmesser des Mondes ist, enthält diese Formel zugleich schon die Reduction auf die mittlere Entfernung des Mondes von der Erde, — wobei man nach dem Princip der Beobachtungsart diese Entfernung für den Moment der Vergleichung selbst gar nicht zu kennen braucht. Zur nähern Beurtheilung des Resultats mag übrigens die Anführung einen Beitrag liefern, dass die 3 Werthe von gA , die sich gleich seyn sollten, waren: 672; 564; 774

*) Obige Annahme stimmt auch wohl überein mit dem Resultate Steinheil's p. 80 der erwähnten Schrift, wornach das Auge $\frac{1}{35}$ die Flächenhelligkeit noch unterschiede.

grössern seyn, und in runder Zahl kann man als Resultat der Steinhel'schen Vergleichung annehmen

Vollmond heller als Arcturus 20000 mal.

β) Eine Vergleichung von *Herschel* zwischen Vollmond und dem Sterne α Centauri „mit einem prismatischen Apparate veranstaltet“ und ein Mittel aus 11 Messungen, führt Humboldt im Kosmos III. p. 103 aus *Herschel's Outlines of Astronomy* p. 553 an. Die Beobachtungen, auf welchen dies Resultat beruht, sind die namlichen 11 Einstellungen des durch eine *Linse* erzeugten kleinen Mondbildes auf gleiche Helligkeit mit dem Stern, — welche zugleich zur Vergleichung dieses Doppelsterns mit andern Sternen nach der astrometrischen Methode ihres Urhebers gedient haben. Man kann offenbar die relative Helligkeit dieses kleinen Bildes gegen den Mond selbst berechnen, und so durch dasselbe den Uebergang vom Stern zum Mond auf dieselbe Art herstellen, nach welcher bei Wollaston's Vergleichung zwischen Sonne und Sirius der vom Sonnenlicht erzeugte künstliche Stern zu gleichem Zwecke gedient hat. Die gefundene Mittelzahl selbst ist:

Vollmond heller als α Centauri 27408 mal,

wobei indessen die in der Nähe der Quadraturen des Mondes (welche *Herschel* für die vortheilhaftesten Stellungen erklärt) gemachten Beobachtungen eine nahe 3 mal kleinere Zahl für den Vollmond, oder eine ungefähr dreimal grössere relative Helligkeit für den Stern, ergeben, als die dem Vollmond nahe fallenden (*Outlines* p. 553, Anmerkung). Dieser Unterschied, den übrigens *Herschel* für keineswegs auffallend erklärt, würde noch wesentlich verringert und das Verhältniss von 3 : 1 auf weniger als 2 : 1 herabgebracht worden seyn, wenn die dabei nothwendig durch *Rechnung* anzustellende Reduction der Stärke des Mondlichtes in den Quadraturen

auf diejenige im mittlern Vollmond nach der sogleich unter IV. anzuführenden Lambert'schen Formel gemacht worden wäre, statt deren Herschel eine von ihm p. 356 der Capreise aufgeführte abweichende Formel benützt hat (Vgl. die Anmerkung zu p. 96). Der noch übrig bleibende Unterschied erklärt sich dann leicht, wenn man bedenkt, dass bei den Messungen Herschel's das Mondbild sich auf den schwarzen Grund eines Schirmes projicirt (in welchen die es erzeugende Linse eingesetzt ist), während der Stern an dem vom Mond erhellen Himmel erscheint. In Folge der Wirkung des Contrastes mit dem Grunde muss also das Mondbild überhaupt gegen den Stern zu hell erschienen seyn, aber um *mehr* zu hell beim Vollmond, wo der Stern sich weniger auf dem Himmel auszeichnete, als in der Nähe der Quadraturen. (Diesen Einfluss des Mondlichtes hat Herschel selbst auf's Klarste erläutert p. 368 der Capreise.) Hieraus geht hervor, dass die obige Zahl 27400 (für das Verhältniss von Vollmond zu Stern überhaupt der Wahrscheinlichkeit nach etwas *zu gross* seyn muss, und in Anbetracht dieses Umstandes kann man mit ihrer Uebereinstimmung mit dem Steinheil'schen Resultate wohl zufrieden seyn, und als eine Art von Mittel aus beiden (in so fern nach meinen und Steinheil's Messungen Wega etwas heller als Arctur, gewiss aber etwas schwächer als α Centauri ist) wird man annehmen dürfen, dass in mittlerer Entfernung von der Erde *der Vollmond etwa 24000 mal heller ist als ein Stern von der Helligkeit Wega's.*

Hieher gehört übrigens die Bemerkung (welche bereits Bouguer p. 32 des „Essai d'optique etc.“ gemacht hat), dass, weil die grösste und kleinste Entfernung des Mondes sich etwa wie 8 : 7 verhalten, das Licht des Vollmondes, mit Sternen verglichen, nahe im Verhältniss 3 : 4 variiren kann.

IV. Eine andere Art von Beziehung zwischen den Lichtmengen

der Sonne und der Fixsterne hat man mittelst der *Planeten* herzustellen gesucht. Diese lassen sich ziemlich leicht photometrisch mit Fixsternen vergleichen, ihr Helligkeits-Verhältniss zur Sonne wird aber dabei aus den Stellungen gegen diese und gegen die Erde mit Zuhilfenahme eines hypothetischen Elementes *berechnet*. Dieses nur sehr roh anzugebende Element bildet nämlich die *Albedo* des Planeten, d. h. das Verhältniss zwischen der von ihm zurückgeworfenen und der auf ihn fallenden Quantität des Sonnenlichts. So wenig diese Grösse einer genauen Bestimmung zugänglich ist, so können Resultate, die durch hypothetische Annahme derselben gewonnen sind, gleichwohl für jetzt mit denjenigen concurriren, welche man auf den bisher angedeuteten Wegen erlangt hat; denn wie wir gesehen haben, ist sowohl die Zahl, welche Wollaston für das Verhältniss zwischen Sonne und Sirius direct gefunden hat, als auch, wenn man durch den Mond gehen will, das Verhältniss desselben zur Sonne ebenfalls in sehr hohem Grade unsicher. Eine Vergleichung von dieser Art hat *Olters* in *Zach's monatl. Correspondenz VIII. p. 293 ff.* gegeben und verschiedene Folgerungen daran geknüpft; in die gleiche Classe sind auch unsere eigenen Vergleichungen zwischen Planeten und Fixsternen zu rechnen, welche in dem §. 3. gegebenen Tableau besonders zusammengestellt sind. Würde man auf anderem Weg einmal etwas sicher die verhältnissmässige Helligkeit von Sonne und Sternen festgestellt haben, so würden diese Beobachtungen dann umgekehrt dienen können, die *Albedo* der Planeten selbst zu berechnen.

Die richtige Formel zur Berechnung der Lichtquantität, mit welcher ein als Kugel betrachteter und von der Sonne beschienener Planet (oder auch der Mond) eine Fläche auf der Erde senkrecht erleuchtet, ausgedrückt in Theilen der Lichtmenge, welche die Sonne selbst auf eine gleich grosse Fläche (z. B. des Auges) senkrecht

schickt, — hat Lambert in der Photometria §. 1058 gegeben. Wenn nämlich v in dem Dreieck zwischen Sonne, Erde, Planet, das Supplement (zu 180°) des Winkels an Planeten, σ den scheinbaren Halbmesser des Planeten, s den scheinbaren Halbmesser der Sonne, vom Planeten aus gesehen, S denselben von der Erde aus, A die Albedo des Planeten vorstellt, so ist jenes Helligkeitsverhältniss

$$\frac{\text{Planet}}{\text{Sonne}} = \frac{2}{3\pi} (\text{Sin } v - v \cos v) A \text{Sin } s^2 \text{Sin } \sigma^2 : \text{Sin } S^2$$

wobei auf die Phase des Planeten und auf die Neigungswinkel seiner Oberflächenelemente gegen die Richtung nach der Sonne und nach der Erde die gebührende Rücksicht genommen ist *). Für meine Beobachtungen der Planeten habe ich den Logarithmus des reciproken Werthes dieser Grösse, aber ohne den unbekanntem Factor A , unter der Ueberschrift

$$\log \odot : \text{Planet} + \log \text{ Alb.}$$

in dem Tableau p. 3f. jeder einzelnen Beobachtung beigesetzt (ganz genau stellen eigentlich meine Zahlen die Werthe vor, welche man

*) Nicht nur die vor dem Erscheinen von *Lambert's* bewunderungswürdigem Werke von *Euler* so wie die von *Michell* aufgestellte Formel, deren numerische Resultate im *Kosmos* III. p. 133 wieder gegeben sind, sind falsch, sondern auffallender Weise ist auch *Laplace*, wie es scheint aus Unkenntniss von dem Hauptsatze der „Photometria“, in seiner gelegentlichen Untersuchung über die Sonnenatmosphäre *Méc. cél.* IV. Liv. X. Chap. III. §. 13 in den von Euler zuvor begangenen Irrthum zurückverfallen. (Vgl. bei Lambert p. 36; 37; 324.) Dessgleichen giebt auch *Wollaston* 1829 (*Ph. tr.* p. 20 unten) eine falsche Formel. Selbst der von *Herschel* (p. 356 der *Capreise*) zur Reduction anderer Phasen des Mondes auf den Vollmond angewandte Ausdruck ist (wie schon bemerkt) nicht genau, braucht es aber für die dortige Anwendung auch nicht zu seyn. *Olbers* hat den richtigen angewendet.

erhält, wenn man die Helligkeit der Sonne sogleich noch auf die in mittlerer Entfernung von der Erde reducirt). Die Stellungen der Planeten gegen Sonne und Erde wurden dabei aus dem Berliner astronomischen Jahrbuch und die scheinbaren Halbmesser aus den wahren berechnet, für welche ich die Mittel der von Hansen in Schumacher's Jahrbuch für 1837 und von Mädler in den astron. Briefen gegebenen Zahlen annahm. Beide stimmen so gut als vollständig überein.

Olbers giebt in der oben angeführten Abhandlung „Mars und Aldebaran“ vorzüglich Eine hieher gehörige Beobachtung. Nach dieser fiel 1801 Febr. 23. die Helligkeit des Mars zwischen die von α Orionis und Aldebaran, dem letztern sehr nahe. Da die beiden Fixsterne (vgl. *Herschel's Zahlen*, *Kosmos III.* p. 138) sich selbst nahe gleich und beide, wie Mars, von rother Farbe sind, hat diese Angabe fast den Werth einer Messung. Indem *Olbers* selbst sie nach der obigen Formel berechnet, findet er (mit der jetzt angenommenen Zahl für den mittleren scheinbaren Halbmesser des Mars):

1) Lichtstärke der Sonne in mittlerer Entfernung von der Erde =

$$\frac{17000}{\text{Alb } \delta} \text{ Millionen} \times \text{Lichtstärke des Aldebaran.}$$

Ehe ich mit *Olbers* durch einen angenommenen Werth von *Alb* δ weiter gehe, füge ich hier sogleich die entsprechenden Zahlen für die zweite von *Olbers* angeführte Beobachtung an, wornach am 25. Januar 1803 *Saturn*, dessen Ring damals fast verschwunden war, sehr nahe gleich hell mit *Procyon* erschien (viel heller als *Regulus*, aber unter *Arcturus*), und eben so für meine eigenen Planetenbeobachtungen (an Mars und Jupiter), auf gleiche Zenitdistanz des Sterns und des Planeten reducirt:

2)	(Nach Olbers)	☉ heller als Procyon . . .	70800 Mill. : Alb ♀
	(. . . Seidel)		
N ^o 55.	1845 Aug. 23.	„ „ „ Wega . . .	6890 Mill. : Alb ♂
62.	„ 25.	„ „ „ „ . . .	26100 Mill. : Alb ♀
63.	„ „ „ „ „ „ . . .	5740 Mill. : Alb ♂	
67.	Sept. 1.	„ „ „ „ . . .	27100 Mill. : Alb ♀
68.	„ „ „ „ „ „ . . .	6280 Mill. : Alb ♂	
72.	Nvb. 4.	„ „ „ „ . . .	24400 Mill. : Alb ♀
76.	„ 5.	„ „ „ „ . . .	18900 Mill. : Alb ♀
77.	„ „ „ „ „ „ . . .	4700 Mill. : Alb ♂	
85.	1846 Febr. 26.	„ „ „ Sirius . . .	8180 Mill. : Alb ♀

Wenn ich aus allen Vergleichen zwischen Wega und Mars ein Mittel nehme, also natürlich voraussetze, dass weder die Sonne ihre Helligkeit, noch Mars sein Reflexionsvermögen inzwischen geändert hat, so erhalte ich hierdurch*):

3) ☉ heller als Wega . . . 5900 Millionen : Alb ♂

Hingegen durch Jupiter:

4) ☉ heller als Wega . . . 24100 Millionen : Alb ♀.

Reducire ich die erstere Zahl durch Division mit 0,362 (dem

*) Die Uebereinstimmung der einzelnen Beob. unter sich ist hier merklich schlechter als bei den Fixsternen. Ein Theil hiervon wird auf Rechnung der Unsicherheit in den Werthen von φ fallen, da hier (vgl. das Tableau in §. 3) im Allgemeinen etwas grosse Zenitdistanzen vorkommen. Ein grösserer Theil fällt auf die Schwierigkeit der Beobachtung, veranlasst durch die grosse Helle der Scheiben und die starken Beugungslinien, welche Schwierigkeit im Journal, z. B. bei den Beob. von Nvb. 5., ausdrücklich angeführt ist. Gleichwohl zweifle ich, ob diese Ursachen die vorkommenden Schwankungen völlig erklären.

von mir für das Verhältniss $\frac{\text{Aldebaran}}{\text{Wega}}$ gefundenen Werthe) auf die Helligkeit Aldebaran's, so wird die der Sonne gegen diesen 16000 Millionen : Alb δ ; sehr gut übereinstimmend mit der in 1) aufgestellten Olbers'schen Zahl, — wahrscheinlich zum Theil in Folge eines günstigen Zufalls. Reducire ich hingegen die Vergleichung Jupiter's mit Sirius (N^o 85) durch Multiplication mit $4,57 = \frac{\text{Sirius}}{\text{Wega}}$ auf die Helligkeit Wega's, so giebt sie

☉ heller als Wega . . . 37400 Millionen : Alb γ

ünerwartet stark abweichend von dem Resultate in 4). Da die Berechnung erst lange nach der Beobachtung gemacht worden ist, ich also den Unterschied in dem Resultate nicht zeitig genug erkannte, so bin ich für jetzt ansser Stand, etwas zu seiner Erklärung anzuführen; ich kann nur sagen, dass ein so grosser Beobachtungsfehler bei N^o 85. (in ganz besonders klarer Nacht angestellt; vgl. Journal) oder eine entsprechende Unsicherheit der Reduccion bei ziemlich nahe gleichen Zenitdistanzen mir beide sehr unwahrscheinlich sind.

Lassen wir dies einstweilen dahingestellt, so können die Gleichungen 3. und 4., die beide Mittel aus je vier Beobachtungen sind, benützt werden, um das Verhältniss der Albedo Jupiters zu der des Mars zu bestimmen. Es findet sich

5) Albed $\gamma = 4,1$ Albed δ

oder Jupiter reflectirt von dem auf ihn fallenden Sonnenlichte 4,1 mal mehr als Mars. (Natürlich unter der Annahme, dass keiner von beiden auch etwas eigenes Licht hat.)

Reducire ich auch noch die Olbers'sche Beobachtung an Saturn auf die Helligkeit Wega's statt der des Procyon, durch Multiplication mit 0,735, so giebt diese:

6) ☉ heller als Wega . . . 52000 Millionen : Alb δ

Die Verbindung dieser Gleichung mit N^o 4 und 3 giebt

$$7) \quad \text{Albedo } \eta = 2,2 \text{ Alb } 4 = 8,8 \text{ Alb } \delta.$$

Man kennt nun die Albedo von keinem dieser Körper. Einer Vermuthung ist am ersten die des Mars zugänglich, wegen der physikalischen Aehnlichkeit, die zwischen ihm und der Erde zu bestehen scheint. Für die letztere hat Lambert in der Photometria einen approximativen Versuch der Bestimmung gemacht, den er auch selbst auf Mars überträgt, und wornach sie etwa $\frac{1}{7}$ wäre *).

*) Lambert gelangt zu seinem Werthe im Wesentlichen auf folgende Art: Er nimmt an, dass von allem Lichte, welches die Sonne in der Atmosphäre verliert, etwa Eine Hälfte verwendet wird, uns den Himmel sichtbar zu machen, während die andere nach aussen geht. (Photometria §. 905 bis 913). Ist also der Lichtverlust durch die Atmosphäre bekannt, so kann man hiedurch die Erleuchtung des Himmels gegen innen und gegen aussen im Rohen überschlagen. Lambert macht selbst den Uebergang, indem er in die Betrachtung noch die Erleuchtung eines weissen Papiers durch die Sonne hereinzieht, welches aber wieder hinaus gerechnet wird. Die Folge einer bei diesem doppelten Uebergang begangenen kleinen Inconsequenz (er setzt nämlich den Lichtverlust durch die Atmosphäre $= \frac{2}{3}$, wie es seine eigene Messung giebt, die Helligkeit des Himmelsgewölbes, verglichen mit der der Sonne, aber nicht, wie er nach obiger Annahme hiermit übereinstimmend thun müsste, $= \frac{1}{3}$, sondern in einer Art von Mittel aus seiner eigenen und Bouguer's Bestimmung der Extinction $= \frac{1}{6}$) ist es gewesen, dass er hienach für die Albedo der Atmosphäre gegen aussen denselben Werth $\frac{1}{6}$ findet, welchen man bei richtigem Gang und derselben Voraussetzung mit der Bouguer'schen oder meiner Extinctionsconstante allein erhält. Weil dann der Erdkörper selbst noch einiges, aber nicht viel, Licht reflectirt, so vergrössert er die Zahl auf $\frac{1}{7}$ für die Albedo der Erde. — Für Cremserweiss ist sie nach seinen Versuchen nur 0,4; für Gyps nach Bouguer ebenso. Auch bei hochpolirten Metallspiegeln beträgt das reflectirte Licht nicht über 0,5 zufolge Versuchen von Herrn v. Steinheil und mir.

Olbers selbst findet es in der citirten Abhandlung wahrscheinlich, dass $\frac{1}{7}$ für Mars etwas zu gross sei, hält aber $\frac{1}{8}$ schon für das Minimum. Vgl. a. a. O. p. 299 und 301. Die Zahl wird aber nach Gl. 5. und 7. jedenfalls kleiner angenommen werden müssen, denn es müsste darnach Jupiter mehr Licht reflectiren als ein Metallspiegel (oder als Wollaston von seinen mit Quecksilber gefüllten Thermometerkugeln annimmt), und Saturn müsste absolut eigenes Licht haben. In Erwägung dessen, so wie der von Olbers angeführten Gründe (welche eine sehr grosse Fehlerhaftigkeit des Werthes $\frac{1}{7}$ doch nicht wahrscheinlich machen) glaube ich, dass man vorläufig am meisten Ursache hat, einen Werth von

$$\text{Alb } \delta \text{ ungefähr} = \frac{1}{11}$$

für den wahrscheinlichsten zu halten. Für die entfernteren Planeten bleibt übrigens auch hiernach eine ungemaine *Weisse* ihrer Oberflächen, etwa 0,38 für Jupiter und 0,8 für Saturn, indicirt.

Nach dieser Annahme würde aus 3.) seyn

☉ heller als Wega 65000 Millionen mal

welches Resultat auch mit der Wollaston'schen Vergleichung zwischen Sonne und Sirius in Anbetracht aller Umstände (nämlich dass hier die Albedo des Mars, dort die der Quecksilberkugel nur roh geschätzt sind; ferner dass die gelben Gläser W.'s dem Fixsterne wahrscheinlich mehr als der Sonne Eintrag gethan haben) in leidlicher Uebereinstimmung ist. Nach jener Bestimmung sollte nämlich (mit Sirius = 4,57 Wega) seyn

☉ heller als Wega 90000 Millionen mal.

Als eine, freilich rohe, Annäherung könnte man hiernach also bis auf weitere Bestimmung etwa annehmen

Sonne heller als Wega 75000 Millionen mal.

Nimmt man nun als Minimum der Entfernung Wega's die früher von *Struve* erhaltene Zahl (die aber nach *Peters* noch viel zu klein ist) = 790000 mal die Entfernung der Sonne an, so ergibt sich, dass, auf gleiche Entfernungen gedacht, das Licht des Sternes der Leier das der Sonne bei weitem übertreffen würde; nämlich der Helligkeit nach

Wega > 8,3 mal Sonne.

wornach also unser Centalkörper in die Entfernung jenes glanzvollen Sternes versetzt, sicher nicht heller wäre als der Polarstern; ein Resultat, welches mir ausser allem Zweifel zu stehen scheint, und zwar um so mehr, als der Uebergang von der Sonne auf die Sterne durch den Mond auf eine noch geringere Helligkeit der ersteren hindeuten würde.

Nimmt man nämlich, wie ich oben (bei III.) that, im Mittel aus *Herschel's* und *Steinheil's* Bestimmung an

Vollmond heller als Wega 24000 mal

und setzt man nach *Wollaston* das Licht der Sonne 800000 mal stärker als das des Mondes, so würde hiernach das Licht der Sonne nur 19000 Millionen mal stärker als das des Fixsterns seyn*).

*) Durch den hier zuletzt gemachten Uebergang mittelst der *Wollaston'schen* Zahl gelangt auch *Herschel* p. 553 der *Outlines* zu seinem Resultate, dass der Stern α Centauri, in die Distanz der Sonne von uns gedacht, 2,3 mal heller seyn müsste als diese (*Kosmos* III. p. 103). Ich glaube aber im Text hinlänglich zu erläutern, dass die beobachtete Zahl für das Verhältniss zwischen Sonne und Vollmond von allen hier in Betracht kommenden Grössen die unsicherste ist; wenn man sie daher, wie ich bei der ersten Vergleichung im Text zwischen Sonne und Wega that, verwirft, und die oben gefundene Zahl 75000 Mill. für das Verhältniss zwischen Sonne und Wega gelten lässt, so ergibt sich, dass die Sonne, auf die

Man sieht, dass in diesen Bestimmungen noch eine arge Verwirrung herrscht. Wie die Sache liegt, scheint in der That das Verhältniss zwischen Sonne und Vollmond die allerunsicherste Grösse zu seyn.

Lässt man die Zahl für das Verhältniss zwischen Mond und Stern als vergleichungsweise besser bestimmt passiren (da hier zwei ganz verschiedene Beobachtungsmethoden zu ziemlich übereinstimmenden Zahlen geführt haben), so kann man dasselbe in Verbindung mit den Gleichungen 3 und 4 für die Planeten setzen, um eine Beziehung zwischen der Albedo des Mondes und der jener Körper herzustellen; denn man kann natürlich nach der Lambert'schen Formel den theoretischen Ausdruck auch für die Helligkeit des Mondes bilden. Man findet dadurch, dass das Licht des Vollmondes (in mittlerer Entfernung von der Erde), bei gleicher Albedo. 12000 mal stärker seyn müsste, als das des Mars in der Opposition; da aber im Mittel der Beob. von 1845 Aug. 23. und Aug. 25. (welche sehr nahe um die Opposition fallen) Mars 7,2 mal heller war als Wega, so ergibt sich mit dem angenommenen Verhältniss zwischen Vollmond und Wega, dass das Licht des erstern das des Mars in der That nur übertrifft 3320 mal (anstatt 12000 mal), und also dass hiernach

*die Albedo des Mondes über 3 mal kleiner seyn müsste
als die des Mars.*

Da nun letztere selbst weit kleiner ist als die der entfernteren Planeten, so wird man nach diesen Betrachtungen *den Mond für*

Entfernung von α Centauri gebracht (Parallaxe = 0'',913) etwas *heller* seyn müsste als die *beiden* Körper, welche diesen südlichen Doppelstern bilden, zusammen genommen.

einen sehr dunkeln Körper halten müssen. Das widerspricht stark der ältern Annahme, wornach man ihm eine grosse Weisse zuzuschreiben geneigt war. Nach unserem Resultat müsste er in der Nähe weit eher schwarz als weiss aussehen, da seine Albedo nicht gut über $\frac{1}{30}$ seyn könnte. Bedenkt man, wie auffallend manche Punkte der Mondoberfläche, z. B. das Ringgebirg *Aristarch*, an Helle über das allgemeine Niveau hervorleuchten, so scheint mir übrigens auch dies für die dunkle Farbe des Körpers im Ganzen zu sprechen.

Die Vergleichung von Wollaston des Vollmonds mit der Sonne giebt jenem, nach der Lambert'schen Formel berechnet, die Albedo $\frac{1}{11}$ *); wornach dann die des Mars etwa $\frac{1}{4}$ wäre, und schon Jupiter nothwendig eigenes Licht haben müsste; Saturn noch mehr. Will man diese Consequenzen nicht ziehen, doch aber die Wollaston'sche Bestimmung aufrecht halten, so muss man (da die Vergleichen zwischen Fixsternen und Planeten nicht angefochten werden können) die Zahl verwerfen, welche ich für das Verhältniss zwischen Mond und Sternen angenommen habe. Diese aber, an sich kleiner, ist gewiss nicht in solchem Grade unsicher als die für das Verhältniss zwischen Sonne und Mond, welches überdies Bouguer und Wollaston nach gleichen Methoden total verschieden gefunden haben. Gerade das Gegentheil findet bei Herschel's und Steuheil's Bestimmung für das Verhältniss zwischen Stern und Mond statt. Die zu treffende Wahl scheint also nicht schwer zu seyn.

Bleibt man demgemäss bis auf Weiteres bei der Annahme, dass

*) W. selbst findet nach seiner irrigen Formel $\frac{1}{3}$.

das Licht der Sonne etwa 75000 Millionen mal stärker ist, als das von Sternen, die in vorderster Reihe unter denen der ersten Grösse stehen, und nimmt man, zufolge Herschel's Untersuchung *) an, dass die Helligkeiten in den verschiedenen Grössenklassen sich nahezu wie die Quadrate der Classenzahlen verhalten, so wird das Licht der Sonne dasjenige eines Sterns sechster Grösse, der noch mit blossen Auge sichtbar ist, ungefähr

$$3 \text{ Billionen mal} = 3 \cdot (10)^{12} \text{ mal}$$

übertreffen **). Dies Resultat wird auch bestätigt durch eine Vergleichung, welche Olbers in der oft erwähnten Abhandlung (p. 307) zwischen Uranus und einem Stern sechster Grösse (*n* Virginis) anstellt, wornach der Planet im März 1801 gewiss so hell, wo nicht heller, als dieser Stern war. Rechne ich das Verhältniss zwischen der Helligkeit der Sonne und des Uranus nach der Lambert'schen Formel, so finde ich es = $\frac{3,2 \text{ Billionen}}{\text{Albedo Uranus}}$

Einen sehr grossen Fehler wird also obige Zahl kaum haben, und dieselbe zeigt den ungeheuern Umfang der Empfänglichkeit des Auges für Lichteindrücke. Dasselbe Organ, welches, wenn auch nur auf Augenblicke und mittelst einer Verengerung der Pupille, den Glanz der Sonne ertragen kann, zeigt ohne alle künstliche Hilfsmittel bei Nacht noch Punkte, deren Lichtmenge Billionen mal schwächer ist. Auf so enorme Zahlen wird man beinahe nirgends sonst in den Naturwissenschaften geführt, wenn man nicht absichtlich ein unpassendes Maas wählt, und z. B. die Entfernung der

*) Vgl. hierüber auch Kosmos III. p. 137.

***) So weit diese Zahl abhängig ist, von dem Uebergange von Sternen erster Grösse auf solche der sechsten, ist sie gewiss eher zu klein als zu gross.
Abhandl. d. II. Cl. d. k. Ak. d. Wiss. VI. Bd. III. Abth. 82

Sonne nach Zollen, oder die Geschwindigkeit des Lichtes nach der von der Spitze des Zeigers einer Damenuhr misst. Am allerwenigsten sind irgend sonst Grössen von solcher Verschiedenheit dem Sinne zugänglich. Ebe man mikroskopisch die Infusorien im Wassertropfen sieht, ist längst schon das Maass eines Fusses unübersahbar geworden. —

B e i l a g e.

Enthaltend die Copie des Journals der photometrischen Beobachtungen.

B e m e r k u n g e n.

Die mit der Bezeichnung „Stand der Uhr“ oder „St. d. U.“ angesetzten Grössen (welche gleich nach dem jedesmaligen Datum stehen) sind die Correctionen, welche man mit ihren Zeichen zu den nachher folgenden Uhrzeiten zu legen hat, um mittlere Münchner Zeit zu erhalten.

Bei jeder Vergleichung ist derjenige Stern zuerst genannt, welcher Anfangs im Sucher und also auch im Prisma *A* und der zugehörigen Objectivhälfte erscheint; folgt nachher das Wort „Umgelegt“, so bedeutet dasselbe, dass nun der zu zweit genannte Stern durch die Gläser *A* und der erste durch das System *B* beobachtet wird.

Die mit den Zeichen ^h und ['] versehenen Zahlen sind abgelesene Zeiten der Taschenuhr in Stunden und Minuten, von Mittag an gezählt. Sie gelten, wenn nichts weiter angeführt ist, für den Moment der Einstellungen der Objectivschlitten, über welchen sie stehen.

Die Zahlen, welche ohne die Zeichen ^h und ['] in je zwei Zeilen unter einander stehen, sind die Ablesungen der Stellung der Objectivschlitten, in Pariser Linien, von einem willkürlichen Nullpunkt an gerechnet und in der Richtung vom Ocular gegen das Objectiv zu wachsend. Durchaus stehen in der oberen Zeile die Zahlen für den Schlitten *A*, und unter einer jeden derselben die zugehörige für *B*. Steht in einer von beiden Zeilen ein Strich (—) statt einer Zahl, so bedeutet derselbe, dass der entsprechende Schuber an die Gränze seiner Verschiebbarkeit geführt ist (s. über diese sogleich). Sind in einer Zeile Stellen leer gelassen, so ist die in derselben Zeile zunächst vorher angesetzte Einstellung so lang beibehalten, bis eine neue folgt. Das Zeichen □ bedeutet, dass die Oeffnung der entsprechenden Objectivhälfte mittelst Anwendung des „Quadratschubers“ verengt worden ist. Steht es, wie gewöhnlich, ohne eine Zahl, so steht der Schlitten immer an der Gränze seiner Verschiebbarkeit.

Diese Gränzen und der Ort des Bildes, d. h. die Stellungen der Objectiv-

hälfthen, welche die Sterne als Punkte zeigen, sind bestimmt durch folgende Able-
sungen:

Gränzen der Verschiebbarkeit der Objectivschlitten.				Ort des deutlichen Bildes.			
Schlitten A.		Schlitten B.		Schlitten A.	Schlitten B.		
1844 Aug. 2.	15,9	109,1	16,0	109,2	1844 Aug. 6.	63,0	62,4
					(fernes terrestrisches Object.)		
Nvb. 9.	16,0	109,1	16,0	109,3	1845 Apr. 4.(*)	63,4	63,5
1848 Aug.	16,05	109,3	15,95	109,2		63,33	63,1
Mittel	15,98	109,17	15,98	109,23	Apr. 5.	63,4	63,7
Grösstmögl. Verstell.	93,19		93,25		Aug. 24.	63,7	62,2
					Nvb. 29.	63,5	63,7
					Mittel	63,39	63,10

Bei den (wenigen) Beobh. des Jahres 1848 ist die Lage des Bildes eine andere, nämlich 80,30 ; 80,11 (s. d. Journal selbst). Able- sungen, welche „über dem Bilde“ gemacht sind, sind von solchen unter dem Bilde durch Semikolon (;) getrennt. Erstere sind kleiner, letztere grösser als die Able- sung des Bildes. Beide Schlitten stehen immer auf *derselben* Seite des Bildes.

Die Zeichen > und < bedeuten, dass nach dem Urtheil des einstellenden Beobachters selbst (und nicht nach der Vergleichung mit andern Einstellungen) die Able- sung, *nach* welcher diese Zeichen stehen, bei > eher zu gross als zu klein, oder bei < eher zu klein als zu gross ist. Die hin und wieder beige- setzten Worte „gut“ „gelungen“ u. s. w. geben ebenfalls das augenblickliche Ur- theil im Moment der Beobachtung wieder. Wo hin und wieder der Deutlichkeit wegen Einzelnes später beige- setzt wurde, ist dies immer in eckige Klammern [] gestellt.

Die hin und wieder angesetzten Distanzen der Sterne sind zum Theil berech- net, zum Theil an dem kleinen Kreise, auf welchem Prisma *B* sitzt, abgelesen. Im letztern Fall können sie um ganze Grade falsch seyn, und sind nur notirt, um bei späteren Vergleichungen desselben Sternpaares beide schneller in das Gesichts- feld zu bekommen.

Die Zeichen ☽, ☉, ☾ bedeuten, dass der Mond in wachsender Sichel, nahe voll oder in abnehmender Sichel über dem Horizonte war. Wo hinter einer Ab- lesung des Schlittens gar nichts oder S steht, ist die Einstellung von Seidel ge- macht; wenn L steht, von Herrn Professor *Leonhard*. Einige Einstellungen am Anfang, welche Herr Ministerialrath von *Steinheil* gemacht hat, bezeichnet das ihnen nachgesetzte St.

1844 Aug. 2. 1. Polarstern und Capella.

○ im Osten. — Distanz 43° 1
Anf. 9h 35' 48,6 ; 71,9
11,5 ; 82,2

Leichte Streifwolken in der Nähe des Polaris, von welchen während des Prismenwechsels einige über ihn wegziehen.

Umgelegt 43,75 42,2 ; 86,2
Geschlossen 10h 35' 45,6 47,4 ; 81,3

Nr. 9. 2. Polarstern und Capella.

40,5 45,9 < ; 81,3

8h 25' — — — — —
Umgelegt 40,7 81,25

Gränzen der Verschiebbarkeit der Schlitzen A | 16,0 B | 16,0
| 109,3 | 109,3

Nr. 10. 3. Capella und Wega.

129,7 25,3 ; 99,0 100,1 97,0 St 97,0 S

Umgelegt 16,4 19,5 — S 31,9 ; — — —
(gut) (gut) — — — — —
Geschlossen 7h 26' 32,6 ; 103,0 101,5 104,8

4. Polarstern und Wega. Dist. 51° 6

46,5 44,7 48,5 S 48,1 S ; 77,5 77,3 75,1 S 77,0 S

— □ □ — — — — —
— □ □ — — — — —
Umgelegt um 7h 45' — — — — —
80,9 80,3 79,4 S 80,0 S ; 42,7 42,3 46,7 45,5 42,7 < 45,8

5. Polarstern und Algol. Dist. 18° 25

31,9 33,8 ; 80,4 80,4

27,9 30,1 ; 82,7 82,9

Umgelegt, 8h 57'

37,0 24,5 ; 90,5

35,4 21,7 ; 88,4

Neb. 17. [Anfangs] völlig heitere und rubige Luft.

St. d. U. — 1' 30" um 6h ; — 0,0 Nvb. 18 0h

6. Polarstern und Aldebaran. Dist. 72° 0,7

6h 24,5 9',5 7' 12'

38,4 38,3 ; 79,5 81,0

44,2 41,9 ; 77,6 80,7

Feine Strichwolken gegen den Horizont hin sichtbar.

α Tauri scheint noch ganz rein.

6h 22,5 27' 32' 37,5

Umgelegt, 85,0 87,2 ; 33,8 38,1

Streifwolken α Tauri nahe, doch entschieden unter ihm.

7. Polarstern und Capella.

6h 43',5 47' 58' 7h 4'

41,8 42,4 ; 83,7 81,3 > } Umgelegt { 391,7 41,3 > ; 84,65 86,3

8. Aldebaran und Polarstern.

7h 31',5 46' 32',5 55' 57',7

38,7 37,3 ; 95,0 93,3 } Umgelegt { 39,8 S 32,6 S ; 37,7 S 33,0 S ; 74,8 81,2

41,0 St 41,0 S ; 86,7 86,7 } Umgelegt { 25,6 21,6 ; 78,7 87,3

(gut)

9. Polarstern und Procyon. Dist. 84° 1

11h 40' 42' 54' 59'

79,3 ; 66,1 ; 80,7 ; 43,4 } Umgelegt { 65,3 < ; 83,4 ; 39,8 > ; 82,5 ; 39,4

— ; — ; — ; — } Umgelegt { — ; — ; — ; —

— ; — ; — ; — } Umgelegt { — ; — ; — ; —

12' 8',5 17' 20' 27'

42,9 ; 81,9 81,0 ; 45,0 Lichtfläche der Capella wie geordnet

Nebel erhebt sich.

Neb. 19. St. d. U. — 6'

11. Polarstern und Capella.

6h 7' 12' 14' 27'

82,5 ; 45,0 ; 77,6 < ; 41,0 ; 79,6

— ; — ; — ; —

— ; — ; — ; —

Umgelegt { 36' — ; — ; —

— ; — ; — ; —

— ; — ; — ; —

— ; — ; — ; —

— ; — ; — ; —

— ; — ; — ; —

— ; — ; — ; —

— ; — ; — ; —

— ; — ; — ; —

Nebel am Horizont.

Umgelegt { 44,0 42,2 St ; 86,3 St 82,0 S 84,0 St

— ; — ; — ; —

— ; — ; — ; —

— ; — ; — ; —

— ; — ; — ; —

— ; — ; — ; —

— ; — ; — ; —

— ; — ; — ; —

— ; — ; — ; —

— ; — ; — ; —

— ; — ; — ; —

— ; — ; — ; —

Mars mit sich selbst.

28,3
21,0S 20,5L 21,3S 20,9L ; 96,85
101,5S 100,0L 99,3S 100,7L

August 25. St. d. U. — 6'6. Wieder reiner als gestern.

60. Capella und Wega.

9h 18' 20' 21'3 22'0 23'0 24'8 26'3
44,0
23,4L 26,1L 24,3S 26,4L 21,2S 20,2L 28,5L Capella
flammt stark.
28'7 33'0 37'7 39'0 40'0
44,0 ; 83,7
23,3S ; 99,0S 98,3L 97,2S 98,5L

61. Polasteru und Wega.

Reide ganz rein.
9h 48'0 58,0 10h 2'0 4'9 7'8 10'2 11'9 14'2 16'1
77,6 ; 52,4
104,0S 103,5L 103,3S 102,4L ; 28,6S 26,6L 28,2S 25,0L 25,7L

62. Jupiter und Wega. Dist. 103^o,5

10h 30'7 35'7 38'3 39'5 42'0 43'7 46'3 50'7
□
33,2S 36,8>L 36,4S 35,5 ; 87,8S 90,5L 87,8S 87,6L

Capella mit sich selbst.

26,9
21,8S 24,8L | Von hier an *Attair* mit sich ;
23,0S 22,2L 22,0S 23,5 ;
98,45
100,6S 97,0L 102,4S 101,0L 101,25S 100,2

63. Mars und Wega.

11h 25'3 27'3 32'5 35'2 37'3 43'0 47'9 52'7
□
87,7S 86,2L 86,3L 89,0S ; 39,8S 38,1>L 39,8S 39,7L

Septemb. 1. St. d. U. — 6'15. Ausserordentlich reine Nacht.
Nirgend Spur von Wolken.

64. Capella und Wega.

9h 34'7 37' 41'5 43'0
30,7L 31,2S 36,0L 33,2S Capella flammt stark, daher die
Einstellung ziemlich unsicher.
□ 44,1 45,4 46,5
33,7L 34,6S 36,2L> ; Gut, weil G. ruhiger.
□ 49'0 53'0 55'7 56'3 58'0 59'0 60'0
94,0S 92,7L 93,2S 97,5L 94,6S 94,2L 94,1S
□ (gut)

65. Polasteru und Wega.

10h 19' 21'7 22'9 24'0 25'5 26'0 27'2 29'3
80,0S 80,0>L 80,5S 81,0L ; 48,8S 48,4L 49,0S 47,0L
□ ; □

66. Arctur und Wega.

10h 35'8 37'0 38'8 40'0 41'0 45'6 46'9 47'6
145,0S 45,8L ; 81,9S 80,2L 79,0S 78,7L ; 51,3S 50,1L
□ (gut) ; □
(Beobachtung des Unterganges von Arcturus.)
49'3 50'0 51'4 53'1 54'1 55'7 57'2 58'2 60'3 61'9 64'8
L S L S L S L S L S L S L S L S
51,7< 52,1 53,1 53,2 55,3 55,0 55,3 54,1 57,3 < 57,2 57,2
□ □

Gegend um A. (so wie W.) scheint sehr rein. Ein ², der etwas nördlich (rechts) von A. steht und nur die halbe Höhe oder weniger hat, ist am Anfang der Beob. mit einem ³ mal vergrösserten Glasmicrus gut sichtbar. Auch sind die ersten Einstellungen trotz der geringen Höhe sicherer, als oben bei Capella, weil A. ohne Vergleich weniger flammt. Die letzten, wo er sehr schwach wird, und daher auch Wega durch viel Licht abgeschnitten ist, werden unsicher.
11h 9'5 Arctur noch mit dem Micrus gesehen. 10'5 nicht mehr.

67. **Wega und Jupiter.**

11a 19,5 22,0 30,2 31,3 32,3 33,9 35,8 38,9
 46,2S; 82,3 > S 81,7 L 79,9 > S 79,0 L; 46,7 S 45,7 L 46,9 L
 □ ; □

Altair mit sich selbst.

23,25 L S L S L ; 97,95 L S L S L
 19,9 S 21,3 17,3 20,2 20,8 18,7; 101,7 S 99,8 102,8 99,4 100,1 102,1

68. **Wega und Mars.**

12a 17,5 21,7 23,6 26,6
 43,1 S 43,5 L; 83,5 S 82,9 L
 □ □ □ ; □

Sept. 2. St. d. U. — 5,55. Nicht völlig so klar wie gestern,
 aber wieder sehr schön.

69. **Arctur und Capella.**

9a 13,7 18,8 20,5 22,9 26,8 28,7 29,7 31,2
 95,7 ; 31,35
 97,0 S 93,8 L 95,0 S 93,7 L; 32,4 S 32,7 L 31,6 S 32,0 L

Um beide * * sind kleinere noch beträchtlich tiefer (in
 etwa halber Höhe) gut sichtbar. Beide Sterne haben heute
 sehr ruhiges Licht.

70. **Capella und Wega.**

NB. Capella flammte heute fast gar nicht.
 9a 36,5 38,4 39,4 43,4 44,8 46,0 47,4 49,8 50,7 54,8
 { 32,7 S 35,1 L 36,7 S 32,6 L 39,1 > S 33,9 L 34,8 S 31,7 L 33,6 S 31,1 L;
 (gut);
 56,3 58,0 59,4 10a 0,7 2,0 4,8 6,7 9,8
 89,9 S 92,7 L 93,7 S 93,0 L 91,3 S 93,3 L 91,0 S 95,0 L
 □

Im Westen bilden sich Wolken am Horizont, von welchen
 eine Colonne durch Urca maj. rasch gegen Capella zu rückt,
 die indes mit ihrer Umgegend am Schluss noch völlig frei ist.

71. **Wega und Deneb.**

10a 19,8 21,0 22,8 26,3
 □
 95,3 S 92,8 L 91,0 S 92,2 L Die schnell um sich greifende
 Wolkenbildung bedeckt Wega rasch.

Mars mit sich selbst.

29,0 ; 96,25
 24,8 S 23,1 L 26,3 S 24,3 L; 102,3 S 98,0 L 100,2 S 99,8 L

Neb. 4. St. d. U. — 4,55 Beobacht.: Sdl.

72. **Wega und Jupiter.**

8a 46,9 49,8 51,7 53,2
 51,95 51,9; 77,0 77,0 74 mit sehr starken Beugungs-
 linien.
 □ ; □

73. **Wega und Capella.**

9a 0,0 2,0 3,8 5,7
 24,7 24,7; 92,8 92,7
 22,0 21,8; 93,7 92,3

Wega mit sich selbst.

31,9 ; 93,7 ; 31,5
 22,2 21,9 24,2 22,0; 98,7 96,4 101,2 99,3 99,7; 21,1

Neb. 5. St. d. U. — 10,25

74. **Wega und Capella.**

8a 16,5 18,8 20,7 22,1 24,9 26,9 28,8 30,3
 29,9 ; 101,95
 29,8 28,1*) 27,7 28,4; 99,7 100,4 101,1 99,0 □

*) Capella etwa unruhig.

Wega mit sich selbst.

{ 101,97
 } 106,9 102,6 103,7 100,6*) < 105,3 106,0 104,2 ;
 } 31,65
 { 24,7 25,6 24,3 27,0 > 25,5

NB. Ueberaus klare Nacht. ☽ im Westen. Bis tiefer S. allein.
 *) Nicht anzuschleusen.

Mars mit sich selbst. 8a 10'

28,7
23,2 24,3 24,0 24,2 ; 99,4
104,5 104,7 103,9 103,9

80. Wega und Capella.

9a 52,0 53,7 57,7 59,8 61,3
24,6 24,7 23,8 ; 98,5 96,2 96,6

81. Capella und Rigel.

Dem bloßen Auge erscheint Rigel trotz des tiefen Standes ganzvoller als Capella, so weit man bei der Nähe der andern Ornnsterne darüber urtheilen kann.

10a 9' 12' 17,3 19,4 21,2 22,1 25,5 28,0
27,6 ; 100,7 100,7 98,0 98,7 99,2
21,5 21,0 21,8 ; 104,2 106,0 103,0 102,9 102,9

Rigel scheint mir gegen die andern Sterne des Orion heute ausserordentlich hell. Beträgeuze überglänzt er bei weitem, d. d. Procyon.

82. Capella und Polarsteru.

10a 37,5 39,8 42,1

□ □

51,1 52,0 52,8 ; 73,0 73,4 > 73,0 Bild bei 63,5 ; 63,7
NB. Die Einstellung gelingt nur, wenn das Auge längere Zeit gerührt hat.

83. Sirius und Capella.

11a 2,8 4,4 5,6 6,9 9,1 10,6 12,7 14,1

26,9 28,4 27,3 < 27,7 ; 92,3 93,7 93,4 94,8

Vergleichung erschwert durch das starke Walten von Sirius.

Rigel mit sich selbst.

25,0 25,5 ; 101,0 102,2
20,3 20,9 ; — —

75. Capella und Aldebaran. Dist. 31°,0

9a 31,7 35,0 35,7 37,7 40,2 41,8 43,5 44,7
23,9 □ ; 105,0
35,0L 33,5S 35,3L 33,0S < ; 90,1S 89,8L 89,9S 91,9L

76. Jupiter und Wega.

9a 51,7 54,6 57,2 59,0 10a 3,7 5,8 8,5 12,0 13,4 15,0
□ L S L S L S ; □ S L S L
83,9 < 79,0 85,7 80,3 80,7 > 82,3 * ; 48,4 47,2 49,6 46,2

*) > nach d. Urtheil beider Beobachter.

Mars mit sich selbst.

31,2 ; 97,6 97,7
26,3S 28,0 > L 25,3 < L 29,4 > S 25,5S ; 102,5S 99,8L 101,3S 99,7L

77. Mars und Wega.

Dist. 74°,8

NB. Die Vergleichungen der Fixsterne mit Planeten wegen des unruhigen Lichtes der ersten unsicher.

10a 39,5 42,3 44,0 45,2 47,6 48,5 51,5 52,8 54,8 55,5
23,43 L S L S L ; 100,2 L S L
17,8S 21,0 19,2 24,2 22,9 24,0 ; 106,0S 101,3 < 106,2 < 103,0

Neb. 29. St. d. U. — 17,3. Sehr rein.

78. Wega und Capella.

7a 37, 39,7 44,0 46,8
32,63 ; 93,8
30,3 31,2 < 33,9 > 33,0 ; 94,0 93,0 < 94,8 93,3 Gul.

79. Wega und Deneb.

7a 55,0 59,7
30,7 30,4 ; 94,0 94,8
Gelingen.

1846 Febr. 22. St. d. U. + 0',9

84. Rigel und Capella.

7^a 45',5 48' 49',5 51',0 53',2 55',9 58' 59',8
 □
 38,8 38,2 39,7 38,3 ; 85,9 85,4 86,7 87,2

Die hellern Sterne haben alle im grössern Voigtländer [Opemglas von etwa 4 mal. Vergrösserung] Scheine um sich — Die Gegend wird nun verdächtigt, indem Wolken aus West sich erheben, und 4 verschiedenen geschwächt ist. Doch scheinen Rigel und Capella nicht alterirt. — Desshalb nicht fortgesetzt.

Rigel mit sich selbst.

23,63 ; 102,55
 21,3 24,9 22,3 24,0 ; 101,3 100,7 104,7 103,0
 NR. Am 21. ist der Photometer vom Mechaniker geölt etc. worden.

Febr. 26. St. d. U. + 5',7

85. Sirius und Jupiter.

8^a 35' 36' 37',2 38' 40',8 42',6 44',3 45',0
 102,8 102,6 101,2 103,5 ; 24,6 26,0 > 23,9 24,7
 □ ; □

Himmel weit umher vorzüglich klar. — Obgleich auch dem freien Auge 4 entschieden heller als der Fixstern ist, so scheint mir doch das Licht des letztern etwas zu haben, was besonderm Eindruck macht. Ich bemerke auch im Photometer, dass die Scheibe des Fixsterns, obgleich ein wenig flammend, (und die 4's nicht) doch eine besonders klare und gleichförmig vertheilte Erleuchtung zu haben scheint, während die 4's wie getrübt aussieht.

86. Sirius und Rigel.

8^a 54',6 57',8 5^a 0',4 5^a 2',8 5',0 4',8 7',0
 □ ; □
 38,8 < 39,4 41,5 > 40,0 ; 84,8 84,8 87,0 85,9
 Für das freie Auge Rigel sehr entschieden heller als Capella.

Rigel mit sich selbst.

21,45 ; 104,23
 20,9 23,3 22,0 24,4 ; 104,5 102,5 105,3 104,4 <

87. Procyon und Aldebaran.

□ 9^a 34'
 92,2 92,0 93,7 93,6 ; □ 31,7 32,6 29,7 30,2

88. Rigel und Capella.

9^a 47' 52' 53',6
 24,2 ; 100,4
 19,6 20,0 22,0 ; 103,9 □ 106,2 106,8

89. Sirius und Rigel.

10^a 0' 1',7 3' 4',2
 □ ; □
 77,1 76,2 ; 50,7 49,8

Stellt man jetzt wie oben Rigel auf 40 [Vgl. N^o 86], so ist gar kein Gedanke an Gleichheit. — Die Gegend um ihn wiederholt mit dem grossen Voigtländer'schen Opemglas untersucht; sie scheint vollkommen rein; sehr kleine * * * umher sind sichtbar. — Die Abnahme Rigel's war schon dem blossen Auge angefallen: am Anfang der Beobh. schien er mir sehr entschieden *heller* als Capella; später nicht mehr; zuletzt dunkler. Der Zustand des Himmels, der immer klarer wird, scheint mir durchaus nicht geeignet, die Erscheinung zu erklären.

Mai 21. St. d. U. + 0',45

90. Capella und Pollux.

9^a 38' 40',1 41',5 42',3 44',3 46',1 47',8 49',1 51',0
 □
 32,0 29,5 31,3 30,1 ; □ 91,9 92,6 94,2 96,0 92,5
 Cap. wallt stark. (grat)

91. Spica der Jungfrau und Pollux.

10^a 1' Anf. / 1 □ Dist. 91^o,3
 10^a 10' Ende / 132,2 35,0 34,1 27,5 ; □ 92,7 94,2

92. **Spica und Regulus.** Dist. 54^o,5
 Anf. 10h 18' } 121,97 □ ; □
 Ende 10h 29',2 } 128,9 31,4 28,7 29,4 ; 99,9 100,0 98,0 100,7
- Spica mit sich selbst.
 100,6 ; 26,3
 102,6 97,9 100,6 100,0 ; 24,9 26,8 25,9 24,85
- Mat 22. St. d. U. + 1',0 (Die Luft, obgleich rein, ist doch nicht gerade vorzüglich, indessen nicht so, dass im Voraus Unsicherheit hieraus zu erwarten wäre. Morgens darauf starker Nebel, Abends zuvor ein wenig streifig. Uebrigens schien besonders auf Seite Wega's [dies schon am Abend der Beobh. entschieden bemerkt] die Durchsichtigkeit der Luft sehr gross.)
93. **Spica und Wega.**
 Anf. 9h 44',7 31,1 31,7 33,2 33,7 ; 93,8 92,7 93,1 92,7 <
 Ende 9h 55,3 □ ; □
 Diese Vergleichung und die folgende sind in sehr unbequemer Lage des Instruments gemacht. Sonst gut.
94. **Regulus und Wega.**
 (S. d. Bemerk. bei N^o 93.)
 Anf. 10h 4' } 86,6 87,6 86,3 84,8 ; 40,8 41,3 > 40,85 39,7
 Ende 10h 12',2 } □ ; □
- Spica mit sich selbst.
 23,0 24,2 24,2 25,2 ; 104,8 104,5 101,7 102,7
 23,7 ; 102,3
- Juni 1. St. d. U. + 5',9. — ☉ im Löwen. Sonst sehr schön. Ganz unverdächtig.
95. **Spica und Wega.**
 (Höchst unbequeme Stellung.) Anf. 9h 55'; Ende 10h 20'
 34,3 < 35,8 > 36,4 33,4 ; 88,8 S L S L S 88,9
 — S L □ S L ; 102,4 □ 96,9 105,9 102,9 101,9 101,7 L
96. **Spica und Arcturus.** ; 34,45
 Anf. 10h 34' } 87,75 ; 90,9 101,6
 Ende 11h 1',7 } 102,9 > S 97,7 L 98,4 S 97,8 L 100,4 > S ; 21,6 > S
 (23,4 L 18,4 < S 22,4 L 20,3 S
 Dem freien Auge erscheint Arctur gegen Wega entschieden schwächer, fast trüb. (Urtheil beider Beobachter.)
- Arctur mit sich selbst.
 23,05 ; 90,9 101,6
 20,5 S 24,2 L 22,8 > S 26,0 L 22,9 S 24,2 L ; 92,3 L 102,4 S
 1101,6
 1100,7 L 101,4 S 101,4 L 100,0 S
 Mond hat den Beobh. schwerlich Eintrag gethan. Ist jetzt dem Untergang nahe.
97. **Antares und Spica.** Dist. 46^o,1
 Milchstrasse in grossem Glanz östlich von Antares sichtbar. Gegend um ihn sehr rein. Anf. 11h 37' Ende 12h 2',7
 Antares wallt ziemlich stark, daher die Einstellung weit unsicherer.
 26,9 S 24,2 L 25,8 S 28,6 L ; 98,9 S 99,7 L 97,7 S 101,3 □
- Juni 2. St. d. U. + 4',8
 98. **Capella und Attair.** Dist. 115^o,1
 Anf. 10h 12',5 31,0 ; 92,67
 Ende 10h 34',5 126,1 22,4 26,1 22,9 ; 100,6 103,3 98,7 104,8 (gut)
- Beide Sterne ziemlich dunkel, wegen ☾ und tiefen Standes, daher sehr schwer einzustellen. Auch flammt Capella stark. Himmel übriges von vorzüglicher Klarheit.
99. **Attair und Deneb.** Dist. 37^o,7
 Mitte 10h 45',19,6 ; 104,7
 24,0 S 121,8 23,7 25,2 24,6 ; 97,2 95,7 96,0 95,7
 Bis hieher S. allein.
- Arctur mit sich selbst.
 103,4 ; 24,0 S 21,1 L 26,1 S 21,9 L
 103,2 S 99,5 L 104,9 S 102,3 L 102,9 S 101,9 L ; 22,4

100. Antares und Arctur. Dist. 56^o,6
 Anf. 1^h 30^m } 41,4S 36,5L 41,6L ; 86,7S 89,7L 80,7S 83,8L
 Ende 11^h 50^m } □
 Antares flammt stark

101. Attair und Arctur.
 Sehr schön ruhig.
 Anf. 11^h 58^m } 23,0S 30,8L 27,4L 27,6S ; 97,4S 101,5L 96,3L 98,4S
 Ende 12^h 7^m 51^s } □

102. Attair und Deneb.
 St. d. U. — 15^o
 9^h 12^m } 19,2 30,0 21,8 27,6
 30,1 } 25,0 ; 102,65
 33,2 31,1 32,5 35,4 28,1 ; 92,9 91,9 92,9 93,95

Sauna? mit sich selbst.
 26,4 31,0 [Wurde unterbrochen]
 23,7

[Bei der Reduction wurde der Ablesung 31,0 nur halbes Gewicht gegeben.]

1848 August. Vor dem Wiederbeginn der Beobh., nämlich 1848, Ende Juli, ist das Instrument vom Mechaniker ausenan- der genommen und gereinigt worden; hierauf neu berichtigt. Grenzen der Verschiebbarkeit der Schlitzen A } 16,05 B } 15,95

[Weil das Ocular in einem besondern Fortsatz des Rohres eingeschraubt ist, welcher jetzt anders als früher steht, so ist die Lage des Bildes gegen früher verändert und ist jetzt im Mittel aus 4 Beobh. (s. d. beiden nachfolgenden Vergl. von Attair mit sich selbst) für A . . . 80,31 ; B . . . 80,11.]

1848 August 7. St. d. U. — 0^o,85
103. Arctur und Attair.
 10^h 29^m,5 }
 27,8S 22,4L 27,8S 29,2L 30,4S 28,8L } Arctur wallt
 25,43 }
 40
 sehr } 105,3S 106,4L 104,4S 109,3L 104,2S 105,4L
 { 105,3 (gut)

NB. Gegen Abend waren feine Schleierwölken am Himmel, von welchen aber keine Spur mehr wahrzunehmen.

104. Attair und Weg.

11^h 4^m } 41,2 S 40,5 L 43,2 S 41,7 L 42,4 S 40,9 L ;
 — □ □ □ □ □
 11^h 15^m } 25^m
 } 98,4 > S 100,2 L 99,0 S 99,3 L 98,0 S 100,2 L
 } □ □ □ □ □ (offen) (offen)

Auf der Seite unter dem Bild ist schwer zu beobachten, weil hier [bei der jetzigen Lage des Bildes] die Hirtdecke zu klein und hell sind. Auch greifen die Beugungslinien.

Attair mit sich selbst.

25,8S 27,3L 26,4S 27,1L 29,8S 25,4L ;
 19,3 }
 { 102,6 102,4 101,7 105,3 101,8 101,2 100,6 102,7 101,8 102,0
 } S L S L S L S L S L S L
 { 104,7

Bild: [Schlitzen A 79,95 { S 81,2 } L 79,8 } S
 [Schlitzen B 80,95 { S 80,7 } L 79,4 } S

Septemb. 21. St. d. U. — 13^o,2. Der Himmel war den Tag über völlig rein. Die Nacht ausgezeichnet schön, und mond- los. Die Sterne flammten gar nicht.

105. Attair und Weg. (Brob : S.)

8^h 31^m } 39^m
 43,6 39,8 < 41,7 43,3 42,3 ; 95,5 * } 95,9 96,7 96,7 96,9
 — □ □ □ □ □ : — □ □ □ □ □

*) Starke Beugungslinien.

Attair mit sich selbst.

105,1 104,6 104,3 104,8 106,2 ; 24,7 24,1 25,1 27,6 28,5 28,2
 — (flüchtig) ; —
 Bild: A . . . 80,3 ; B . . . 79,4

106. Attair und Deueb.

Für das bloße Ange A. entschieden > D.

$9h\ 45'$
 $\left. \begin{array}{l} 21.3 \\ 20.6 \end{array} \right\} S\ 22.6L\ 22.3S\ 26.1L\ 21.0S\ 18.5L\ 22.6 \text{ > } S\ 22.9L\ \text{gut};$
 $59'$
 $\left. \begin{array}{l} 105.6 \\ 105.1 \end{array} \right\} S\ 104.8L\ 105.8S\ 103.0L\ 105.4S\ 105.5L$

107. Wega und Deueb.

$10h\ 25'$ $31'$
 $\left. \begin{array}{l} 37.7S\ 35.4L\ 31.2S\ 36.6L\ 32.4S\ 36.5L \\ 10h\ 44' \end{array} \right\} (gut)\ 32.1S\ 35.4L\ (gut)$
 $50'$
 $\left. \begin{array}{l} 99.4S\ [59.9L\ *] \\ * \end{array} \right\} 101.7S\ 104.0L\ 103.7S\ 100.0L\ 103.4S\ 100.0L$
 *) Diese Knatstellung ist aus Versuchen über statt unter dem Bild gemacht. Da dieses bei 90,1 liegt, würde sie gleich gelten mit 100,3.