© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Abhandlungen
der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXVIII. Band, 9. Abhandlung

Untersuchungen

über die

astronomische Refraktion

von

Ernst Grossmann

Vorgelegt am 7. Juli 1917

München 1917
Verlag der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

I. Einleitung.

In den Jahren 1896—98 habe ich an dem Repsoldschen Meridiankreise der von Kuffnerschen Sternwarte in Wien eine größere Anzahl von Deklinationen von Fundamentalsternen besonders zur Untersuchung der Refraktion beobachtet. Die Bestimmung der Instrumentalfehler und die vorläufigen Resultate sind erschienen im XXVII. Bande der Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Klasse der K. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, Leipzig 1901. Bei der Herstellung des N. F. K. durch Auwers und des *PGC* durch Boss sind diese Beobachtungen bereits benutzt und es hat sich hierbei ergeben, daß die Südsterne um starke Beträge von beiden *FC* abweichen, während die Circumpolarsterne sich ihnen befriedigend anschließen. Boss spricht den Verdacht aus (Astr. Journ. XXIII pag. 120, 122), daß in den Beobachtungen noch Anomalien enthalten seien, die der weiteren Aufmerksamkeit bedürften. Er gleicht die Differenzen gegen seinen Katalog aus und findet für die Biegung einen außerordentlich großen Wert. Die Diskontinuität zwischen Süd- und Circumpolarsternen findet er bei keinem anderen Kataloge bestätigt. Er hält es schließlich nicht für ausgeschlossen, daß die Teilungsfehler unrichtig angesetzt sind oder daß auch Objectiv oder Okular sich gelockert hatten.

Ich habe hieraufhin das gesamte Material einer nochmaligen Prüfung unterworfen, habe insbesondere die Instrumentalfehler nach den mir vorliegenden Aufzeichnungen nachgesehen, aber Fehler keinerlei Art auffinden können. Eine nachträgliche nochmalige Untersuchung des Instruments war mir leider nicht möglich und spätere Mitteilungen hierüber, mit denen ich meine Ergebnisse hätte vergleichen können, sind nicht erschienen. Es blieb schließlich der Verdacht bestehen, daß in dem Meridianbau starke lokale Refraktionsstörungen vorhanden sein könnten, die sich aus meinen Beobachtungen direkt nicht feststellen ließen. Ich war deshalb bereits geneigt, diese trotz ihrer befriedigenden inneren Genauigkeit für minderwertig und ihre weitere Bearbeitung für zwecklos zu halten, als mich neuere Kataloge, von

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

denen ich später noch sprechen werde, erkennen ließen, daß auch sie Abweichungen gleicher Größe und in demselben Sinne von den FC ergaben, so daß ich nunmehr die Überzeugung schöpfte, daß den FC doch wohl nicht die Genauigkeit inne wohne, die man ihnen zuzuschreiben gewohnt war.

Erst nach Abschluß meiner Parallaxenarbeit am Münchner Meridiankreise konnte ich die Untersuchung wieder aufnehmen und zwar mit einem mich jetzt mehr befriedigenden Erfolge. Bevor ich hierauf eingehe, gebe ich in aller Kürze die Resultate der ersten Arbeit, die ich künftig mit Gr. I bezeichnen werde, wieder.

Der Meridiankreis von 150 cm Brennweite, von gleicher Konstruktion wie alle anderen von Repsold aus dem Ende des vorigen Jahrhunderts, nur kleiner, befindet sich im I. Stockwerk des westlichen Flügels der Sternwarte. Das Objectiv mit 123 mm freier Öffnung gab scharfe und punktförmige Bilder in allen ZD; ein etwaiges Schlottern desselben in seiner Fassung hätte sich jedenfalls bemerklich machen müssen. Da der kleine zur Beleuchtung des Gesichtsfeldes dienende Objectivspiegel sich mehrfach gelöst hatte, mußte das Objectiv häufiger abgenommen werden; aber jedesmal sind die Schrauben der Fassung wieder fest angezogen worden. Ein Schlottern des Okularkopfes ist bei seiner soliden Konstruktion nicht denkbar.

Die Einstellungen erfolgten der damaligen Gewohnheit gemäß auf die Mitte der festen Horizontalfäden. Beobachtungen mit einem Reversionsprisma ergaben, daß eine persönliche Gleichung nicht vorhanden war.

Die Untersuchung des Kreises sollte nach der Rosettenmethode von H. Bruns erfolgen; doch zeigte sich im Laufe der Arbeit, daß den Mikroskopen nicht alle erforderlichen Stellungen gegeben werden konnten, wenn nicht die Beobachtungen selbst eine Unterbrechung erfahren sollten. Für die Untersuchung der 5^0 Striche mußte deshalb wieder zu dem Besselschen Verfahren gegriffen werden. Durch hinreichende Wiederholung der Messungen konnte auch für diese die gewünschte Genauigkeit erzielt werden. Um jedes Mißverständnis über die Vorzeichen auszuschließen, habe ich a. a. O. ein Beispiel gegeben. Ich habe ferner die Realität der gemessenen Werte geprüft durch die Vergleichung beider Kreislagen: Durch die Berücksichtigung der Strichkorrektionen sank die mittlere Abweichung beider von $\pm 0''28$ auf $\pm 0''18$. Ferner ergab eine Vergleichung mit anderen Repsoldschen Teilungen, daß diese in Bezug auf ihre Fehler alle ein Abbild der Mutterteilung wiederspiegelten. Ich möchte bei dieser Gelegenheit bemerken, daß die Vergleichung (Gr. I, pag. 47) einer Korrektur bedarf, worauf bereits Herr Harzer aufmerksam gemacht hat. (Astr. Beob. der Sternwarte Kiel, Untersuchungen über die Teilungen der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Kreise . . . ., Leipzig 1912, pag. 89). Es müssen nämlich bei den Pulkowaer und Moskauer Kreisen die Vorzeichen umgekehrt werden. Die Übereinstimmung mit den anderen Teilungen tritt dann aber sofort wieder ein, wenn die Verschiebung des Nullpunktes um 70°, wie ich sie vorgenommen habe, unterlassen wird.

Mit der Bestimmung der Biegung ist es eine heikle Sache. Sie hat sich bei den neueren Repsoldschen Kreisen überall als sehr gering ergeben. Ob aber die Untersuchungen in allen Fällen ausreichend waren, steht dahin. Durch Vergleichung des Pulkowaer Ertelschen mit dem Odessaer Repsoldschen Vertikalkreise hat Backlund (Mitt. der Nicolai Hauptsternwarte Nr. 59, 1913) für den letzteren einen größeren Wert abgeleitet, worauf ich später noch näher einzugehen habe. Da reflektierte Beobachtungen keine einwandfreien Resultate ergeben haben, steht uns heute nur noch die Methode der Vertauschung von Objectiv und Okular zur Verfügung, die kontrolliert werden kann durch die Bestimmung der Biegung im Horizont mittels Kollimatoren. Wegen meines Fortgangs von der Sternwarte konnte ich in der II. Objectivlage nur wenige Beobachtungen erlangen. Die Resultate stimmen daher mit der mehrfach bestimmten Horizontalbiegung nicht sonderlich überein. Aber so viel ließ sich doch erkennen, daß eine größere, die Beobachtungen stark entstellende Biegung nicht vorhanden war. Bei der Diskussion der Refraktion und der Katalogvergleichung werde ich hierauf sowie auf die diesbezüglichen Bemerkungen von Boss noch zurückkommen.

Alle weiteren Fehlerquellen wie Fehler der Mikroskopmikrometerschrauben, Run, Neigung der Horizontalfäden etc. vermögen wohl die Einzelresultate zu gefährden, aber systematische Abweichungen der hier fraglichen Natur können sie kaum hervorrufen. Im übrigen sind sie alle eingehend untersucht und ich muß deshalb auf den I. Teil meiner Arbeit verweisen.

Ich halte es hiernach für ausgeschlossen, die Ursache der Differenzen meiner Beobachtungen gegen die *F C* in dem Instrument selbst zu suchen. Es verbleibt nur noch die Möglichkeit, lokale Refraktionsstörungen anzunehmen. Der Meridiansaal mit seinem Spaltverschluß und die Aufstellung des Instruments in ihm unterliegen Bedenken. Die Seitenmauern sind außerordentlich stark — 47 cm —, das Dach umschließt einen oben, unten und seitlich im Spalt mit Brettern abgeschlossenen Hohlraum von ca. 1 Meter Höhe; die Dachklappen stehen im geöffneten Zustande vertikal an der Ostseite. In der Westwand befindet sich ein großes Fenster von 6 □ m. Die Breite des Spalts beträgt nur 1,10 m. Der Meridiankreis selbst befindet sich in dem Saal exzentrisch aufgestellt, 1,3 m nach Westen und 0,4 m nach Süden

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

verschoben. Daß unter solchen Umständen Refraktionsstörungen eintreten können, ist sehr wohl möglich. Allerdings wirkt ein günstiger Faktor diesen entgegen: ein fast unausgesetzt herrschender Wind, der den thermischen Ausgleich rasch besorgt. Die Untersuchung der Saaltemperatur, der ich mich zunächst zuwende, wird uns seine Wirkung erkennen lassen.

II. Die Saaltemperatur.

Allgemeine Grundsätze über die zweckmäßigste Aufstellung von Thermometern lassen sich wegen der verschiedenartigen Beschaffenheit der Beobachtungsräume nicht aufstellen; auch das jeweilige Klima wird hierbei maßgebend sein. In erster Näherung begnügt man sich damit, die äußere Temperatur und die am Orte der Messung, also am Okular zu bestimmen. Man legt dann die eine oder die andere der Rechnung zu Grunde und läßt über die Richtigkeit dieser Annahme die Beobachtungen selbst entscheiden; man setzt die $Z\,D$ Differenzen einfach proportional der Temperaturdifferenz: Außen — Innen. Vorausgesetzt ist hierbei, daß der Proportionalitätsfaktor in allen $Z\,D$ der gleiche ist, daß keine der Temperaturdifferenz parallellaufenden Einflüsse vorhanden sind und daß schließlich die thermischen Niveauflächen konzentrisch zum Instrument gelagert sind. Dieses letztere wird kaum zutreffen, am wenigsten bei Tage und in den ersten Stunden nach Sonnenuntergang. Durch Aufstellung mehrerer Thermometer in horizontaler und vertikaler Richtung wird man ein angenähertes Bild der Schichtenlagerung erhalten.

Demgemäß waren folgende Anordnungen getroffen: Die sogenannte innere Temperatur zeigte ein am Instrumente in Axenhöhe frei hängendes Thermometer — T_i — an, die Außentemperatur im Norden ein solches in gleicher Höhe mit dem ersten, 80 cm von der äußeren Mauerwand entfernt — T_N —. Bei diesem befand sich auch das feuchte Thermometer. Ebenfalls in gleicher Höhe und gleich weit außerhalb des Spalts hing im Süden in einem mit Drahtgaze umspannten Rahmen das Südthermometer — T_S —, das der Sonne wegen nur nachts abgelesen wurde. In einer Höhe von 1,20 m über dem Dache befand sich an einem in den Spalt ragenden Galgen in einem doppelwandigen, nur nach Norden offenen Thermometerkasten das Zenitthermometer — T_Z —. Der Kasten konnte an einem Drahtseil sehr rasch herunter gelassen werden. Alle Thermometer sind in 0,2 Grad geteilt und vorher von der k. k. Zentralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus geprüft (cf. Gr. I, pag. 86).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Betrachten wir zunächst die Angaben dieser 4 Thermometer. Sie wurden, so oft es die Zeit gestattete, abgelesen. Ihre Vergleichung bei verschiedenen Temperaturen ergibt die folgende Tabelle:

		$T_i - T_N$		$T_i - T_S$	$T_i - T_Z$
		Nacht	Tag		
unter	0°	+ 0°.88	—	+ 0°.57	+ 0°.62
0°	+ 6°	+ 79	—	+ 51	+ 65
6	+ 12	+ 68	— 0°.43	+ 48	+ 56
12	+ 18	+ 55	— 65	+ 32	+ 37
18	+ 24	+ 50	— 66	+ 29	+ 29
über	+ 24	—	— 80	—	—
Mittel		+ 0°.65		+ 0°.42	+ 0°.48

Unter 0° sind wegen der Zonenbeobachtungen in den Wintermonaten nur wenige Ablesungen vorhanden.

Bei allen 3 Nachtreihen zeigen sich ausgesprochene Gänge in demselben Sinne: In wärmerer Jahreszeit findet ein besserer Temperaturausgleich statt als in kälterer; wegen der stärkeren Sonnenbestrahlung im Sommer sollte man das Gegenteil erwarten. Daß diese nicht unwirksam ist, gibt der tiefere Stand von T_N gegen T_S zu erkennen. Wahrscheinlich ist diese Erscheinung darauf zurückzuführen, daß im Sommer durchweg stärkerer Wind herrschte als im Winter. Hierüber liegen mir leider nicht die erforderlichen Aufzeichnungen vor. Bei Tage ist das Gegenteil angedeutet.

Die Temperaturdifferenzen: Innen—Außen halten sich in mäßiger Höhe; an anderen Sternwarten haben sich merklich größere Beträge gezeigt. Angesichts des massiven Baues des Meridiansaals muß dieses überraschen und kann nur dadurch erklärt werden, daß, wie gesagt, windstille Nächte zu den Seltenheiten gehörten; aber selbst in solchen durchfuhr von Zeit zu Zeit ein Windstoß den Saal, gleichsam um auf Bestellung das thermische Gleichgewicht zwischen Innen und Außen wieder herzustellen.

Um die durch die obige Tabelle bereits angezeigte Schichtenverlagerung noch genauer festzustellen, waren folgende Thermometer, zunächst in horizontaler Richtung, angebracht, die jedoch nicht so oft wie die obigen wegen mangelnder Zeit abgelesen werden konnten.

T_S	T_i	T_I	T_{II}	T_{III}	T_{IV}	T_V	T_N	T_{VI}
4.3 m	0.47	1.7	2.3	2.5	2.9	3.2	4.3	4.7
+ 0°.42	—	+ 0.15	+ 0.19	+ 0.30	+ 0.46	+ 0.53	+ 0.65	+ 0.79

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

In der ersten Reihe sind die Entfernungen der Thermometer von der Mitte des Saales gegeben, die durch den Vertikalstrich gekennzeichnet ist, in der zweiten die Differenzen gegen T_i. Der Temperaturabfall geht anfangs langsamer vor sich, dann rascher; der Gradient beträgt zuerst für 1 m rund $0^0.09$, zum Schluß $0^0.17$. Da die Angaben von T_{IV} und T_S übereinstimmen, so folgt, daß das Temperaturmaximum nach Süden um etwa 0.7 m verschoben ist. Hier hat nun ein merkwürdiger Zufall ein offenbar günstiges Spiel getrieben: Um Raum für die Einführung des Umlegebocks zu gewinnen, ist das Instrument nicht in der Mitte des Saales aufgestellt, sondern um 0.47 m nach Süden verschoben, also nahezu an jener Stelle, die in horizontaler Richtung das Zentrum der thermischen Niveauschichten bildet.

In vertikaler Richtung ergab sich das folgende Bild

T_A	T_B	T_Z
1.8 m	2.9 m	5.0 m
$0^0.00$	+ 0.11	+ 0.48

Die Höhen der ersten Reihe sind gemessen von der Instrumentaxe, die Differenzen beziehen sich auf T_i. Es geht also auch hier die Abnahme zuerst sehr langsam vor sich, langsamer als in horizontaler Richtung, höher hinauf rascher. Ein mit der Axe des Instruments konzentrischer Zylinder, der durch J_S geht und hier auf eine um $0^0.4$ niedrigere Temperatur trifft, würde im Zenit eine Stelle gleicher Temperatur durchschneiden, im Norden eine um nur $0^0.2$ tiefere. Es folgt somit, daß die thermische Niveaufläche des Saales nahezu mit der Instrumentaxe konzentrisch verläuft; im Norden findet eine leichte Einbuchtung nach Innen statt. Hiernach wird eine Saalrefraktion in einem merklichen Betrage nicht zu befürchten sein.

Selbst bei verschiedener Windstärke bleibt die Schichtung im Mittel unverändert, wie folgende Zahlen ergeben

Windstärke	$T_i - T_N$	$T_i - T_S$	$T_i - T_Z$
0—1	+ $0^0.81$	+ $0^0.57$	+ 0.59
2—3	+ 64	+ 44	+ 0.51
über 4	+ 45	+ 29	+ 0.32

T_S und T_Z stimmen nahezu überein, T_N steht um rund $0^0.2$ tiefer.

Im einzelnen treten natürlich mehrfach Abweichungen von diesem Bilde auf: Es treten Inversionen ein, wenn auch selten; sprungweise Änderungen bei dem einen Thermometer, bei den anderen nicht; das eine steigt, das andere fällt etc. Refraktionsanomalien, die hierdurch entstehen, müssen in das Gebiet der zufälligen Fehler verwiesen werden, systematische sind kaum zu befürchten.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

III. Der Temperaturfehler.

Aus den vorherigen Betrachtungen hat sich ergeben, daß die thermischen Niveauflächen nahezu als Zylinderflächen um die Rotationsaxe des Instruments angesehen werden können; der Lichtstrahl wird in allen ZD normal einfallen und ungebrochen hindurchgehen. Aber es hat sich auch gezeigt, daß die Temperaturdifferenz: Innen — Außen eine Funktion der Temperatur selbst ist. Der ersten Rechnung ist das Mittel $^1/_2\ (T_i + T_N)$ zu Grunde gelegt. Maßgebend für die Refraktion ist jedoch die Temperatur der letzten Luftschicht, welche der Lichtstrahl passiert, also die am Okular. Es ist somit nicht ausgeschlossen, daß die Angaben des inneren Thermometers, vielleicht sogar noch höhere anzuwenden gewesen wären. Etwaige Fehler der ZD müssen sich dann durch die Relation ausdrücken

$$\Delta z = \Delta t \cdot R \frac{m}{1 + m t} \cdot u,$$

wo Δt die fragliche Temperaturdifferenz, R die mittlere Refraktion der betr. ZD, m der Ausdehnungskoeffizient der Luft und u ein zu bestimmender Proportionalitätsfaktor ist. Auf diese Weise ist der Temperaturfehler bereits mehrfach bestimmt worden, so besonders ausführlich von Nyrén (Publ. d. Nicolai-Hauptsternwarte, Bd. XV). Er setzt für jeden Stern die Abweichungen der beobachteten ZD von ihrem Mittel proportional den Abweichungen der Temperaturdifferenzen von ihrem Mittelwerte, ordnet die für jeden Stern sich gesondert ergebenden u nach ZD und findet in diesen einen ausgesprochenen Gang, durch den die Lage der Niveaufläche bestimmt wird.

In Pulkowa betrug die Temperaturdifferenz im Mittel rund 1^0; in dem vorliegenden Falle ist sie wesentlich geringer. Es fragt sich daher, ob die ZD eine diesem Verfahren entsprechende Genauigkeit überhaupt hergeben. Nehmen wir an, daß $\Delta t_{Max} - \Delta t_{Min}$ gleich 1^0 ist, einem Betrage, der wohl kaum überschritten wird, und daß u sein Maximum $= 1$ erreicht, was also aussagen würde, daß statt der angewandten Temperatur die Vergleichstemperatur, also etwa die innere, zu setzen ist. Dann wird

für z	=	0^0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
ε_z	=	$\pm 0''.31$	0.32	0.33	0.34	0.36	0.40	0.47	0.64	1.18	2.31
Δz	=	$0''.00$	0.04	0.08	0.13	0.19	0.28	0.40	0.64	1.32	2.63

Der $m F \varepsilon_z$ einer beobachteten ZD ist unter Berücksichtigung der Teilungsfehler berechnet nach der Formel für e, Gr. I, pag. 204; aus den für nördliche und südliche ZD geltenden Werten ist das Mittel genommen. Die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ε_s enthalten natürlich den Temperaturfehler; sie sind deshalb etwas zu groß angesetzt, aber davon können wir hier absehen. Der $m\,F$ von Δz ist also $\varepsilon\sqrt{2}$. Ist die Anzahl der benutzten Differenzen $= q$, die Anzahl der Sterne, die zu einem Mittel vereinigt werden $= n$, so wird der m F der gemittelten Δz gleich $\frac{\varepsilon\sqrt{2}}{\sqrt{n \cdot q}}$. Damit die obigen Beträge von Δz errreicht werden, muß $n \cdot q$ rund werden

für $z =$	0^0	10	20	30	40	50	60	70	80	85
$n \cdot q =$	—	121	34	13	8	4	3	2	2	2

Da q mindestens die Größe 4 erreichen wird, können wir bei der großen Anzahl der Sterne in unserem Falle bereits von den ZD von 20″ an einen Beitrag für die Berechnung der Unbekannten u erwarten.

Von E. von Oppolzer ist vorgeschlagen (Handwörterbuch der Astronomie von Valentiner III, 2, pag. 597), die Fehler der Temperatur und des Ausdehnungskoeffizienten gleichzeitig zu bestimmen, indem er die bei zwei sehr verschiedenen Temperaturen t und t' gemessenen ZD Differenzen $z-z'$ mit $t-t'$ und die dazu gehörigen Temperaturdifferenzen: Innen—Außen, $\tau-\tau'$ in Beziehung setzt. Dieses Verfahren ist ohne nähere Prüfung bedenklich; es bedarf des Nachweises, daß zwischen t und τ nicht etwa ein gesetzmäßiger Zusammenhang besteht, wie es nach dem vorigen Abschnitt hier tatsächlich der Fall ist. Ergibt sich dieses aber nicht, so ist es nicht ausgeschlossen, daß, da durch die t und t' die τ und τ' bestimmt sind, die Differenz $\tau-\tau'$ so klein ausfällt, daß sie einen Beitrag zur Bestimmung des Temperaturfehlers nicht zu liefern vermag.

In praktischer Durchführung des Vorschlages von Oppolzer wird von Courvoisier (Unters. über die astron. Refraktion) auch noch der Dampfdruck mit in die Bedingungsgleichungen eingeführt; er wählt 4 bei den höchsten und 4 bei den tiefsten Temperaturen gemessene ZD aus und mittelt diese. Tatsächlich findet sich bei ihm $\tau-\tau'$ nur zu $-0^0.15$; diesem Werte entsprechen die Koeffizienten

für $z =$	40^0	$\Delta z = -0''.04\,u$
	60	$-0.06\,u$
	80	$-0.20\,u$

Es kann also ein zuverlässiger Wert von u nicht erwartet werden.

Wegen des in unserem Falle nachgewiesenen gesetzmäßigen Zusammenhangs von $t-t'$ und $\tau-\tau'$ sind also die Fehler der Temperatur und des Ausdehnungskoeffizienten getrennt von einander zu bestimmen. Hierbei sind

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

die Beobachtungen so anzuordnen, daß bei der Bestimmung der einen Unbekannten die andere ohne Einfluß ist. Beschäftigen wir uns zunächst mit dem Temperaturfehler, so soll also $\tau - \tau'$ möglichst groß sein, $t - t'$ nur verschwindend. Ich konnte es erreichen, daß $\tau - \tau'$ auf $0^0.55$ anstieg, während $t - t'$ nur $-1^0.9$ betrug, also tatsächlich ohne Einfluß blieb. Ein Fehler im Ausdehnungskoeffizienten m im Betrage von 0.0001 würde in $z - z'$ bei $z = 60^0$ nur $0''.02$, $z = 80^0$ nur $0''.07$ ausmachen, also unterhalb der Grenze der Beobachtungsgenauigkeit liegen.

Da sich ergeben hat (Gr. I, pag. 55), daß zwischen den beiden Kreislagen keine merklichen Differenzen bestehen, so habe ich auf diese bei der Bildung der $z - z'$ keine Rücksicht genommen. Statt der strengen Ausgleichung für jeden Stern, wie Nyrén sie gewählt hat, habe ich die $z - z'$ und $\tau - \tau'$ gemittelt und zwar so, daß zu kleinen und großen $\tau - \tau'$ möglichst die gleiche Anzahl gehört. Ist $n =$ Anzahl der benutzten Beobachtungen jedes Sterns, $\varepsilon = m F$ einer $Z D$, so ergibt sich sein Gewicht aus

$$\sqrt{p} = \frac{1}{\varepsilon} \sqrt{\frac{n}{2}}.$$

Die nachfolgende Tabelle I enthält neben dem Stern und seiner $Z D$ die Werte $z - z'$, $\tau - \tau'$ und $\sqrt{p}$. Der Koeffizient von $\tau - \tau'$, nämlich nach den Bezeichnungen von E. v. Oppolzer (a. a. O. pag. 597) $= R_m \cdot M$, läßt sich ohne Weiteres den Tafeln von Oppolzer entnehmen; ich führe ihn deshalb nicht an.

Die Ausgleichung des gesamten Materials ergibt

$$126.34\, u = +6.910$$
$$u = +0.055$$

Es würde hieraus folgen, daß die angenommene Temperatur nahezu die richtige ist; aber die Darstellung befriedigt keineswegs. Das war zu erwarten, denn der Verlauf der $z - z'$ ist, wie ein flüchtiger Anblick bereits lehrt, bei den südlichen $Z D$ bis ca. $z = 58^0$ ein anderer als bei den übrigen. Im Beobachtungsraum liegt die Grenze zwischen Seitenwand und Dach im Süden bei $z = 54^0$, im Norden bei 63^0; wegen der exentrischen Stellung des Instruments sind die Grenzen verschieden. Trennt man hiernach ab, so folgt:

1. südliche Seitenwand	$u = +0.415 \pm 0.154$
2. Dach	$= -0.513 \pm 0.316$
3. nördliche Seitenwand	$= +0.098 \pm 0.137$

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Die Darstellung ist unter $B—R$ gegeben. Auch jetzt bleibt für die südlichsten ZD das Vorherrschen des positiven Vorzeichens bestehen; für sie allein ergibt sich $z > 76^0$ $u = +1.06$
und $z = 76^0$ bis 54 $= +0.17$.

Beide Werte sind wegen der geringen Anzahl von Sternen nicht sehr sicher, aber die nunmehrige Vorzeichenverteilung unter $(B—R)$ spricht doch dafür, daß sie die wirklichen Verhältnisse nahezu wiedergeben. Eine so spezielle Abgrenzung nach ZD, wie Nyrén sie vorgenommen hat, gestattet hier leider das Material nicht. Auffallend ist der große Wert von u für die Dachstrahlen; aber sein Wert muß ebenfalls als wenig sicher bezeichnet werden, außerdem ist er bei den hier in Betracht kommenden ZD von nur geringem Einfluße. Er macht bei $z = 50^0$ nur etwa $0''.12$ aus, liegt also innerhalb der Grenzen des mF.

Das Gesamtresultat fasse ich dahin zusammen:

1. Für die die nördliche Seitenwand passierenden Lichtstrahlen, bis $z = 63^0$, ist das Mittel aus innerer und äußerer Temperatur nahezu richtig. Eine Erhöhung desselben um rund $0^0.06$ ist schon deshalb zwecklos, weil die Temperaturdifferenz: Innen—Außen keineswegs konstant ist und weil in speziellen Fällen, um die es sich in Praxi nur handeln kann, noch mit anderweitigen Störungen gerechnet werden muß.

2. Ähnlich liegen die Verhältnisse für die Dachstrahlen und

3. für die südlichen Seitenwandstrahlen bis zu der ZD von 76^0. Für größere ZD aber erscheint es angezeigt, eine höhere Temperatur und zwar diejenige, welche das innere Thermometer anzeigt, zu setzen.

Diese Resultate stehen zum Teil im Widerspruch mit denen des vorigen Abschnitts, der vielleicht damit zu erklären ist, daß die Störungen nicht etwa im Meridiansaal oder innerhalb des Bereiches der diskutierten Thermometer auftreten, sondern außerhalb desselben. So mag z. B. im Süden die Ausstrahlung der starken Seitenmauern vielleicht Störungen hervorzurufen, die das im Spalt hängende Thermometer weniger anzeigt, die aber jenseits desselben doch noch einen, und zwar immerhin nur geringen Einfluß auf den Gang der Lichtstrahlen auszuüben vermögen. Und oberhalb des Daches nimmt sehr wohl möglich die Temperatur rascher ab, als bis zum Zenitthermometer.

Für solche ZD aber, die lediglich für Präzisionsmessungen in Betracht kommen, muß die Saalrefraktion als verschwindend bezeichnet werden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Tabelle I.

	ZD	$z-z'$	$\tau-\tau'$	$\sqrt{p}$	$B-R$	$(B-R)$
I. Südl. ZD.						
f Puppis	82° 49'.5	+ 1".65	+ 0°49	0.7	+ 1".31	+ 0".83
ε Sagitt.	82 31.6	— 0.12	44	0.8	— 0.42	— 0.85
ε Scorpii	82 12.4	+ 2.45	35	0 8	+ 2.22	+ 1.90
ι Pisc. austr.	81 36.0	+ 1.13	47	1.2	+ 0.85	+ 0.45
β Fornacis	80 57.1	+ 0.01	59	1.4	— 0.33	— 0.81
ξ Hydrae	79 24.9	+ 0.44	51	1.5	+ 0.19	— 0.15
Lac. μ Forn.	79 20.0	+ 0.51	48	1 4	+ 0.28	— 0.05
α Autliae	78 40.5	+ 1.08	61	2.1	+ 0.81	+ 0.40
γ Sagitt.	78 33.4	+ 0.80	47	1.3	+ 0.59	+ 0.30
α Pisc. austr.	78 18.1	+ 0.75	45	1.4	+ 0.56	+ 0.28
α Sculpt.	78 2.9	+ 0.62	62	1.8	+ 0.36	— 0.01
ι Sculpt.	77 41.3	+ 0.47	41	1.4	+ 0.31	+ 0.07
12 Eridani	77 31.9	+ 0.68	50	1.5	+ 0.48	+ 0.19
η Pisc. austr.	77 5.4	+ 0.55	63	2.1	+ 0.31	— 0.04
τ Navis	76 51.1	+ 0.45	55	1.8	+ 0.24	— 0.07
δ Sculpt.	76 50.6	+ 0.91	51	1.7	+ 0 72	+ 0.44
λ Pyxidis	76 32.3	+ 0.67	57	1.8	+ 0.46	+ 0.16
$\varkappa^2$ Sculpt.	76 31.1	+ 0.75	54	1.7	+ 0.55	+ 0.26
c Sagitt.	76 8.6	+ 0.97	49	2.2	+ 0.80	+ 0.54
ε Pisc. austr.	75 43.8	+ 0.54	55	1.7	+ 0.35	+ 0.07
ω Capric.	75 27.3	+ 0.19	41	3.3	+ 0.05	— 0.15
BAC 4253	74 43.3	+ 0.25	69	2.5	+ 0.02	— 0.30
α Scorpii	74 21.5	— 0.50	48	2.1	— 0.97	— 0.81
π Hydrae	74 20.4	— 0.28	59	2.1	— 0.46	— 0.34
ϑ Ophiuchi	73 3.3	+ 0.06	43	2.0	— 0.19	+ 0.01
$\varkappa$ Fornacis	72 26.8	+ 0.71	61	1.6	+ 0.54	+ 0.64
51 Ophiuchi	72 2.7	+ 0.17	45	2.4	+ 0.05	+ 0.12
Br. 2333	71 45.4	+ 0.84	53	2.4	+ 0.70	+ 0.78
24 Ophiuchi	71 9.1	+ 0.30	27	2.5	+ 0.23	+ 0.27
δ Scorpii	70 29.7	— 0.60	50	2.1	— 0.73	— 0.65
π Sagitt.	69 21.3	+ 0.30	61	3.3	+ 0.16	+ 0.25
Lal 18817	68 49.8	+ 0.10	61	4.3	— 0.03	+ 0.05
Lal 24277	68 12.1	— 0.13	57	4.1	— 0.27	— 0.18
ι Librae	67 34.5	— 0.05	36	3.9	— 0.13	— 0.08
γ Capric.	65 18.3	— 0.20	70	3.0	— 0.34	— 0.25
δ Corvi	64 7.2	+ 0.23	63	4.2	+ 0.11	+ 0.18
η Ophiuchi	63 46.6	+ 0.24	40	2.4	+ 0.16	+ 0.20
δ Crateris	62 24.2	— 0.14	57	6.9	— 0.23	— 0.18
γ Eridani	61 59.0	+ 0.03	40	2.6	— 0.03	0.00
ν Aquarii	59 58.4	+ 0.18	61	5.3	+ 0.09	+ 0.14
Br. 2329	59 14.5	— 0.23	69	4.9	— 0.33	— 0.27
η Ceti	58 54.8	+ 0.09	69	4.4	— 0.02	+ 0.05
ζ Ophiuchi	58 32.7	+ 0.28	50	3.8	+ 0.21	+ 0.25
$\varkappa$ Virginis	57 58.9	— 0.27	58	4.6	— 0.35	— 0.30
ε Eridani	57 59.6	— 0.52	45	4.2	— 0.59	— 0.55
ι Ceti	57 34.9	+ 0.04	40	4.0	— 0.02	+ 0.02
β Librae	57 11.4	+ 0.28	37	4.2	+ 0.23	+ 0.26
ϑ Aquarii	56 29.1	— 0.27	57	5.6	— 0.35	— 0.30

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

	ZD	$z-z'$	$\tau-\tau'$	$\sqrt{p}$	$B-R$	$(B-R)$
19 Hydrae	56° 21.7	+ 0.35	+ 0°74	3.5	+ 0.25	+ 0.28
ϑ Virginis	53 10.8	— 0.05	54	6.6	— 0.12	— 0.08
γ Aquarii	50 6.0	+ 0.03	48	5.9	+ 0.09	
δ Ceti	48 18.7	+ 0.37	58	4.2	+ 0.44	
η Virginis	48 17.4	+ 0.25	76	5.4	+ 0.34	
γ Piscium	45 28.6	— 0.02	43	7.0	+ 0.03	
γ Ophiuchi	45 27.0	+ 0.06	47	5.4	+ 0.11	
ϑ Hydrae	45 26.9	— 0.47	64	5.3	— 0.38	
β Ophiuchi	43 35.2	— 0.04	39	10.0	0.00	
α Equulei	43 22.5	— 0.13	58	6.4	— 0.07	
ω Piscium	41 54.3	— 0.24	56	4.7	— 0.19	
ζ Hydrae	41 51.7	— 0.08	69	6.6	— 0.01	
δ Piscium	41 10.4	+ 0.22	72	4.2	+ 0.29	
χ Leonis	40 18.3	+ 0.12	61	6.9	+ 0.18	
π Leonis	39 39.7	— 0.21	62	5.6	— 0.16	
o Virginis	38 53.7	+ 0.04	54	6.4	+ 0.09	
o Leonis	37 50.3	+ 0.11	50	5.9	+ 0.15	
ι Leonis	37 6.2	+ 0.08	55	6.7	+ 0.13	
α Leonis	35 43.9	— 0.15	63	6.2	— 0.10	
60 Herculis	35 19.2	+ 0.07	38	4.7	+ 0.10	
ζ Aquilae	34 29.5	— 0.20	53	5.4	— 0.16	
110 Herc.	27 45.4	— 0.07	75	7.6	— 0.03	
β Herc.	26 29.5	+ 0.11	66	8.3	+ 0.15	
λ Pegasi	25 10.9	— 0.27	60	7.3	— 0.24	
41 Leon. min.	24 28.6	— 0.21	66	6.0	— 0.18	
ζ Leonis	24 16.5	— 0.16	58	6.8	— 0.13	
ε Leonis	23 57.5	+ 0.12	49	6.6	+ 0.14	
α Cor. bor.	21 8.7	— 0.03	45	6.7	— 0.01	
χ Gemin.	20 7.4	+ 0.20	72	6.0	+ 0.23	
τ Piscium	18 39.9	— 0.28	53	5.6	— 0.26	
ϱ Bootis	17 23.1	— 0.10	63	5.9	— 0.08	
42 Leon. min.	16 59.0	— 0.02	62	7.0	0.00	
ϑ Cor. bor.	16 30.1	— 0.25	45	6.7	— 0.24	
ϱ Herc.	16 25.1	+ 0.14	62	7.2	+ 0.16	

II. Nördl. *ZD OC.*

β Cassiop.	10 21.9	— 0.23	42	8.3	— 0.22
ϑ Drac.	10 37.4	— 0.10	72	5.4	— 0.08
o Drac.	11 2.7	+ 0.01	51	9.2	+ 0.02
ι Drac.	11 6.6	— 0.07	42	7.4	— 0.06
η Cephei.	13 13.3	+ 0.04	38	7.7	+ 0.05
4 Cassiop.	13 30.0	+ 0.09	41	7.8	+ 0.10
η Drac.	13 31.8	— 0.25	65	7.5	— 0.23
α Cephei	13 55.9	— 0.13	50	12.5	— 0.12
20 Cephei	14 3.9	+ 0.07	54	9.0	+ 0.08
κ Cassiop.	14 8.7	— 0.02	47	6.4	— 0.01
ϑ Cephei	14 25.8	+ 0.22	38	9.0	+ 0.23
12 H. Drac.	14 42.0	— 0.08	54	5.8	— 0.06
α Drac.	16 39.0	— 0.01	47	7.1	0.00
i Drac.	17 0.8	+ 0.06	42	5.8	+ 0.08

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

	Z D	$z-z'$	$\tau-\tau'$	$\sqrt{p}$	$B-R$
ι Cephei	17° 26.4	— 0.″03	+ 0°57	7.1	— 0.″01
δ Drac.	19 15.6	+ 0.06	39	8.0	+ 0.08
λ Drac.	21 40.8	+ 0.13	66	7.5	+ 0.16
50 Cassiop.	23 42.2	— 0.12	47	5.4	— 0.10
χ Drac.	24 28.0	— 0.14	56	9.0	— 0.11
Gr. 1586	25 8.9	— 0.11	55	8.6	— 0.08
β Urs. min.	26 21.3	+ 0.06	43	6.2	+ 0.08
Br. 1147	27 51.0	— 0.07	66	9.6	— 0.03
γ Cephei	28 50.0	— 0.02	45	7.4	+ 0.01
ζ Urs. min.	29 53.3	+ 0.17	58	5.3	+ 0.21
4 H. Drac.	29 57.9	— 0.08	52	9.1	— 0.05
1 H. Drac.	33 33.4	— 0.18	56	9.4	— 0.15
ε Urs. min.	33 58.9	— 0.05	32	6.1	— 0.03
δ Urs. min.	38 23.2	— 0.09	42	9.3	— 0.05
α Urs. min.	40 31.8	— 0.10	60	8.6	— 0.05
III. Nördl.	*Z D*	*U C.*			
α Urs. min.	43 0.8	— 0.18	47	8.4	— 0.13
51 H. Cephei	44 33.6	— 0.02	60	8.1	+ 0.04
1 H. Drac.	49 59.1	— 0.10	55	12.0	— 0.03
4 H. Drac.	53 34.5	— 0.16	40	4.4	— 0.10
ζ Urs. min.	53 39.1	+ 0.31	51	3.3	+ 0.04
24 H. Cam.	54 39.3	— 0.15	67	5.7	— 0.05
γ Cephei	54 42.4	— 0.05	54	4.7	+ 0.03
Br. 1147	55 41.4	— 0.14	56	4.2	— 0.05
β Urs. min.	57 11.0	+ 0.10	60	9.3	0.00
Gr. 1586	58 23.4	— 0.24	60	5.0	— 0.13
χ Drac.	59 4.2	— 0.05	43	2.9	+ 0.03
50 Cassiop.	59 50.1	— 0.38	50	5.2	— 0.29
5 H. Cam.	60 44.5	— 0.14	48	2.5	— 0.55
λ Drac.	61 51.3	+ 0.12	51	4.1	+ 0.22
Gr. 1308	63 4.7	— 0.10	54	4.3	— 0.12
δ Drac.	64 16.3	+ 0.63	49	1.4	+ 0.61
ι Cephei	66 5.4	+ 0.18	78	2.9	+ 0.14
i Drac.	66 31.0	— 0.74	53	2.2	— 0.77
α Drac.	66 52.8	— 0.11	44	2.2	— 0.13
12 H. Drac.	68 49.5	+ 0.90	49	2.8	+ 0.87
ϑ Cephei	69 5.7	— 0.05	78	3.3	— 0.09
ϰ Cassiop.	69 22.7	— 0.20	69	4.0	— 0.24
20 Cephei	69 27.5	— 0.20	58	2.9	— 0.23
α Cephei	69 35.6	+ 0.33	68	4.2	+ 0.30
η Drac.	69 59.7	— 0.39	40	2.2	— 0.41
4 Cassiop.	70 1.5	— 0.85	57	2.7	— 0.88
η Cephei	70 18.1	— 0.24	77	3.7	— 0.26
o Urs. maj.	70 40.7	— 0.26	42	2.5	— 0.28
ι Drac.	72 24.5	+ 0.82	45	2.8	+ 0.80
o Drac.	72 28.3	— 0.10	69	1.4	— 0.15
2 Lyncis	72 41.1	+ 0.07	55	2.5	+ 0.03
ϑ Drac.	72 53.6	— 0.50	40	1.1	— 0.53
β Cassiop.	73 9.0	+ 0.14	83	2.3	+ 0.08
15 Lyncis	73 10.4	— 0.01	67	2.1	— 0.06

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

	Z D	$z-z'$	$\tau-\tau'$	$\sqrt{p}$	$B-R$
ζ Cephei	74° 2'.1	+ 0".57	+ 0°55	2.4	+ 0".53
δ Urs. maj.	74 7.4	— 0.16	47	2.2	— 0.20
β Urs. maj.	74 47.4	+ 0.01	55	2.1	— 0.03
Br. 3077	75 7.5	— 0.48	56	2.9	— 0.52
ε Urs. maj.	75 12.3	+ 1.28	48	1.7	+ 1.24
α Cassiop.	75 45.0	— 0.52	49	2.6	— 0.56
η Persei	76 15.1	+ 0.54	53	1.0	+ 0.49
γ Urs. maj.	77 26.8	+ 0.55	35	1.3	+ 0.52
γ Persei	78 36.1	+ 1.27	42	1.8	+ 1.23
Gr. 1460	78 38.0	— 0.42	31	1.8	— 0.46
τ Persei	79 21.6	— 0.16	50	1.1	— 0.22
ϑ Bootis	79 22.4	+ 0.80	57	1.4	+ 0.86
ψ Cygni	79 32.0	— 0 88	78	0.9	— 0.97
ϑ Urs. maj.	79 33.1	— 0.77	53	1.8	— 0.83
27 Lyncis	79 53.5	+ 0.43	48	1.7	+ 0.37
3 Lacertae	79 58.9	0.00	65	2.1	— 0.08
γ Drac.	80 11.5	— 0.03	39	1.0	— 0.08
φ Persei	81 30.5	+ 0.35	82	1.2	+ 0.23
ϑ Cygni	81 41.7	— 1.36	58	1.0	— 1.44
η Urs. maj.	81 50.9	— 0.56	54	1.1	— 0.65
7 Lacertae	81 55.2	0.00	60	1.5	— 0.09
α Persei	82 10.6	+ 2.46	42	0.8	+ 2.40
ψ^1 Aurig.	82 19.7	+ 0.63	49	0.8	+ 0.55
ι Persei	82 26.8	+ 1.97	40	0.6	+ 1.90
π^2 Cygni	82 49.7	+ 0.15	58	0.6	+ 0.05
ϑ Persei	82 52.0	+ 0 73	50	1.1	+ 0.64
ι Urs. maj.	83 12.5	— 0.14	54	1.0	— 0.24
χ Urs. maj.	83 18.2	— 0.68	40	0.7	— 0.76
υ Persei	83 32.5	+ 0.74	68	1.2	+ 0.61
16 Lyncis	83 48.7	+ 0.15	61	0.7	+ 0.03
ο Cassiop.	83 55.3	+ 0.80	53	1.3	+ 0.69
ϰ Urs. maj.	84 4.5	+ 0.38	55	1.3	+ 0.26
δ Persei	84 10.6	+ 1.74	55	0.5	+ 0.41
o^1 Cygni sq.	85 10.9	— 2.89	90	0.4	— 3.11
λ Andr.	85 41.6	— 1 86	61	0.4	— 2.05
ψ Urs. maj.	86 30.2	+ 5.74	51	0.3	+ 5.57
β Aurig.	86 37.2	+ 0.35	50	0.3	+ 0.20
α Cygni	86 38.6	+ 2.88	92	0.2	+ 2.55

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

IV. Der Ausdehnungskoeffizient der Luft.

Die astronomischen Bestimmungen dieser Konstanten können weniger dem Zwecke dienen, einen genauen Wert hierfür abzuleiten, als vielmehr dem, durch Vergleichung ihrer Resultate mit dem physikalisch bestimmten eine Kontrolle über die Richtigkeit der Voraussetzungen und Grundlagen der Theorie und über den Charakter des gesamten Beobachtungsinstrumentariums anzustellen. Betrachten wir die vorliegenden astronomischen Werte, so weichen diese unter sich und gegen den physikalischen Wert zum Teil so stark ab, daß man auf noch vorhandene Fehlerquellen schließen muß. Es können aber auch die astronomischen Methoden nicht die gleiche Genauigkeit gewähren, wie die physikalischen. Setzen wir die astronomische Refraktion an in der bekannten Form

$$R = \alpha \, tg\, z \, (B \cdot T)^{\Delta} \cdot \gamma^{\lambda}$$

so erhält man durch logarithmische Differentiation

$$dR = R \cdot \lambda \frac{d\gamma}{\gamma} = R \cdot \lambda \frac{t\, dm}{1 + mt}$$

oder für 2 verschiedene Temperaturen mit hinreichender Annäherung

$$z_1 - z_2 = R_m \cdot \lambda \cdot (t_1 - t_2)\, \Delta m,$$

wo R_m das Mittel der Refraktionen für die beiden Temperaturen ist. Setzen wir noch $z_1 - z_2 = \Delta z$, $t_1 - t_2 = \Delta t$, so ist, wenn wir den Faktor λ zunächst $= 1$ setzen,

$$d\Delta m = \frac{d\Delta z}{R_m \Delta t} - \frac{\Delta m}{\Delta t}\, d\Delta t.$$

Es ist also Δt möglichst groß zu wählen; damit wird möglicherweise die eine Beobachtung dem Sommer, die andere dem Winter angehören. Das gibt schon zu Bedenken Anlaß. Ist m nahezu richtig angesetzt, so wird das zweite Glied rechts nur klein sein, vorausgesetzt, daß auch $d\Delta t$ nicht groß ist. Da $R_m d\Delta t = d\Delta z =$ Änderung der Refraktion für $d\Delta t$ Temperaturänderung ist, so folgt

$$\frac{d\Delta z}{R\Delta t} = \frac{m\, d\Delta t}{\Delta t}.$$

Ist $d\Delta t = 0^0.1$, $\Delta t = 10^0$, so wird für $m = 0.003668$, $d\Delta m = 0.000037$. Ein Temperaturfehler von $0^0.1$ ist aber sehr leicht möglich. Setzen wir noch $\Delta z = 0''.1$, so wird

ZD	$d\Delta m$	ZD	$d\Delta m$
40^0	0.000196	70^0	0.000061
50	139	80	30
60	96	85	16

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Ein systematischer Fehler in z von dieser Größe ist ebenfalls nicht ausgeschlossen. Wir sehen, mit welchen Differenzen wir bei der astronomischen Bestimmung von m von vorneherein rechnen müssen; und doch sind hieraus manchmal ganz unzulässige Folgerungen gezogen worden.

Einige neuere Beobachtungsreihen haben in Bezug auf die Berücksichtigung des Wasserdampfgehaltes der Luft Zweifel entstehen lassen, die noch nicht vollständig behoben sind; ich sehe mich daher veranlaßt, auf diese etwas näher einzugehen. Es sei zunächst kurz erwähnt, daß bekanntlich Gyldén (Publ. V des Observations de Poulcova) gefunden hat, daß sowohl die von Peters in den Jahren 1844—49 am Vertikalkreise der Pulkowaer Sternwarte angestellten Beobachtungen als auch die Bessels (Abt. 7 der Königsberger Annalen) eine Abhängigkeit des m von der Jahreszeit oder der Sternzeit verraten. Für die ersteren findet er für die Stunden $0^h—12^h$ $m = 0.003630$, $12^h—24^h$ $m = 0.003769$. Die Differenz ist von einer Größenordnung, die sich sehr leicht mit systematischen Fehlern zwischen Sommer- und Winterbeobachtungen erklären läßt, zumal auch Gyldén die Breitenvariation noch nicht in Rechnung stellen konnte. Auch Nyréns Resultate (Publ. de l'Obs. Central Nicolas, Serie II, Vol. II) lassen Unterschiede der obigen Art erkennen, die ebenfalls als reell kaum angesehen werden können.

Von Bedeutung ist die Arbeit von Bauschinger am Münchner Meridiankreise in den Jahren 1891—93 (Neue Annalen der K. Sternwarte in München, Bd. III) geworden, weil sie außer anderen Faktoren auch die Wirkung des Dampfdrucks in eingehender Weise behandelt. Wie Bauschinger selbst sagt, hat sich seine Hoffnung, einige sichere Resultate aus diesem so verwickelten Problem (der astron. Refraktion) zu gewinnen, leider nur zum Teil erfüllt. Es waren aber auch infolge der Beschaffenheit des Beobachtungsraums und der Stellung des Meridiankreises in ihm Forderungen an ihn gestellt, die im einzelnen zu berücksichtigen nach Beobachtung und Theorie außerordentlich schwierig war. Andererseits scheint mir jedoch, daß die Reduktion der Beobachtungen einiger, wenn auch zum Teil nur unmerklicher Berichtigungen bedarf. So geben z. B. die auf Seite 48 angesetzten Gleichungen die Teilungsfehler und nicht die Strichkorrektionen. Ist die Rechnung nach diesen ausgeführt, so sind die Korrektionen mit unrichtigem Vorzeichen angesetzt. Damit erklärt sich dann auch wohl, daß die Übereinstimmung der Beobachtungen in beiden Kreislagen nach Anbringung der Teilungsfehler eine schlechtere wurde, weshalb Bauschinger es vorzog, sie ganz unberücksichtigt zu lassen. Auch die Diskontinuität in der Polhöhenkurve (pag. 164) bei dem Übergange zur anderen Kreislage, Dezember 1892, sowie die Vergleichung der Dekli-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

nationen beider Kreislagen (§ 11) deuten darauf hin, daß systematische Unterschiede in den beiden Lagen vorhanden sind.

Der Ausdehnungskoeffizient wird durch die Vergleichung von je 4 bei hoher und tiefer Temperatur beobachteten ZD von 62^0—84^0 ZD abgeleitet mit dem Ergebnis: $m = 0.003780 \pm 33$. Die große Differenz gegen den physikalischen Wert erklärt Bauschinger mit der Art der Berücksichtigung des Dampfdrucks durch Radau, dessen Tafeln der Berechnung zu Grunde liegen. Er wiederholt die Ausgleichung. indem er jetzt statt der Temperaturextreme die Dampfdruckextreme und als Unbekannte die Verbesserung des Dampfdruckkoeffizienten einführt. Statt des Faktors $^1/_8 \frac{\pi}{760}$ ergibt sich $\frac{4.4}{8} \cdot \frac{\pi}{760}$ und daraus schließt Bauschinger, daß statt der optischen Dichtigkeit Radaus die physikalische zu wählen sei, die mit dem Faktor $(1 - {}^3/_8 \frac{\pi}{760})\, B$ eingeht.

Schon Radau hat Bull. astr. XII, pag. 390 darauf hingewiesen, daß diese Schlußfolgerung wenig wahrscheinlich ist, denn das Verhältnis der brechenden Kräfte von Wasserdampf und trockner Luft, welches die brechende Kraft des Gemenges bestimmt, ist nach den physikalischen Untersuchungen $0.58 = 1 - {}^1/_8$, und nicht 0.625 — allerdings zunächst nur unter normalen Verhältnissen; aber es ist nicht anzunehmen, daß selbst bei dem geringen Drucke, mit welchem wir es hier beim Wasserdampf zu thun haben, sich der Wert von c in der bekannten Relation $\mu^2 - 1 = c\varrho$ (wo $\varrho =$ Dichte) so stark ändert, daß damit der Brechungsexponent des Wasserdampfes von 1.000259 in 1.000183 übergeht. Auch nach Jamin (Bull. astr. XXIII, pag. 258) ist der Brechungsexponent der feuchten Luft nur sehr wenig verschieden von dem der trocknen.

Später (Bull. astr. XXIII, pag. 250 ff.) geht Radau noch einmal hierauf ein; er sucht hier durch Stichproben darzulegen, daß Bauschingers Ergebnis nur ein Rechenresultat sei, daß durch eine andere Anordnung der Rechnung sich ein ganz anderes Bild ergäbe. Wir haben in der Tat auch oben gesehen, welche Genauigkeit von den Beobachtungen zu fordern ist, damit eine Abweichung von 117 Einheiten der sechsten Stelle noch als verbürgt angesehen werden kann. Bei Bauschinger sind die Temperaturdifferenzen zum Teil sehr groß — über 20^0; damit wird der Koeffizient der Unbekannten allerdings auch sehr groß, aber ob nicht besonders bei den hohen Temperaturen noch anderweitige störende Einflüsse, wie Saalrefraktion, instrumentelle Änderungen etc. im Spiele sind, muß dahin gestellt bleiben. Sodann gehören die beiden kombinierten Beobachtungen verschiedenen Jahreszeiten an, sodaß die Unsicherheiten der Breitenvariation in Betracht kommen. Bauschinger

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

mußte die Polhöhenkurve aus seinen eigenen Beobachtungen ableiten; in sie gingen also die Fehler des Ausdehnungskoeffizienten (oder des Dampfdrucks) mit ein. Gegen die später erschienene Albrechtsche Kurve weist sie auch Differenzen bis zu 0.″3 auf.

Auffallenderweise gelangt Courvoisier zu einem ähnlichen Resultat (Unters. über die astr. Refr.), der in den Jahren 1899—1901 auf der Sternwarte Königstuhl (Heidelberg) eine gleiche Arbeit ausgeführt hat wie Bauschinger, also in einer Lage, die hierfür sehr geeignet erscheint; außerdem entsprach die Beschaffenheit des Beobachtungsraums allen Anforderungen. Ich habe diese Arbeit im 40. Jahrgang der V. d. A. G. besprochen, worauf ich hier verweisen muß.

Zur Bestimmung des Ausdehnungskoeffizienten schlägt Courvoisier das gleiche Verfahren ein wie Bauschinger; er vergleicht je 4 bei hohen und 4 bei tiefen Temperaturen beobachtete ZD mit einander, geht aber bis zu $z = 37^0$. Während der Arbeit wurde das ursprüngliche nicht befriedigende Objektiv gegen ein anderes vertauscht; später wurden Objektiv und Okular gewechselt und kurz vor Schluß die Kreislagen. Es ist nicht ersichtlich, wie weit auf diese Änderungen bei der Auswahl der Beobachtungen Rücksicht genommen ist. Einige Stichproben zeigten mir, daß dieses offenbar nicht der Fall gewesen ist. So scheinen z. B. die Sterne α Drac., λ Bootis UC, δ und γ Urs. maj. UC in den beiden Temperaturextremen in verschiedenen Zuständen des Instruments beobachtet zu sein. Es muß daher fraglich erscheinen, ob das benutzte Material die für den vorliegenden Zweck geeignete Homogenität besitzt.

Auf die Art der Ausgleichung Courvoisiers habe ich bereits im vorigen Abschnitt aufmerksam gemacht. Er bestimmt zunächst Temperaturfehler und Korrektion des Ausdehnungskoeffizienten, erhält aber für den letzteren einen sehr großen Wert, 0.003813. Deshalb führt er nach dem Vorgange Bauschingers auch noch den Dampfdruck in die Ausgleichung ein und erhält jetzt $m = 0.003726$ und in Bezug auf den Dampfdruck das gleiche Resultat wie Bauschinger: Statt der optischen Dichtigkeit ist die physikalische zu setzen. Als sehr sicher können diese Ergebnisse Courvoisiers nicht betrachtet werden, denn da die Extreme von Temperatur, Dampfdruck und Temperaturdifferenz sehr nahe zusammenfallen, laufen die Koeffizienten der Unbekannten parallel mit einander und ihre Bestimmung ist daher unsicher.

Außer der bereits genannten Untersuchung von Nyrén ist noch eine weitere von ihm bemerkenswert, die sich auf die Beobachtungen 1894—1902 bezieht. (Publ. de l'Obs. Central Nicolas, Vol. XV.) Unter Berücksichtigung

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

der optischen Dichtigkeit der Luft erhielt er statt des Wertes $m = 0.003771$ aus 1885—91 den kleineren $m = 0.003721$ und nach einer zweiten Methode, Kombination von OC und UC, $m = 0.003686$, also Werte, die sich dem physikalischen sehr nähern. Führt man aber die physikalische Dichtigkeit ein, so ergibt sich $m = 0.003515$, also ein viel zu kleiner Wert.

Zum Schluß will ich noch zwei Arbeiten von der Sternwarte Odessa erwähnen, von Koudriawtzew (1901—02) und Bonsdorff (1908—09), die am Repsoldschen Vertikalkreis ausgeführt sind. Der erstere geht aus von dem Resultat Gyldéns, wonach sich in der Refraktion Änderungen von Jahresperiode zeigen, die sich bei der Bestimmung des Ausdehnungskoeffizienten offenbaren. Koudriawtzew hält solche von Tagesperiode ebenso sehr für möglich und führt deshalb in die Bedingungsgleichungen Glieder dieser Form ein, zugleich auch noch die Biegung. Objektiv und Okular sind 11 mal mit einander vertauscht; für jede Lage bildet er das Mittel aus den ZD jedes Sterns und setzt deren Differenz ein als Funktion von Biegung, Ausdehnungskoeffizient, der proportional der Mitteltemperatur bei jeder Objektivlage angenommen wird, Stundenwinkel der Sonne und von AR Differenz: Sonne—Stern. Aus 283 Sternen mit $ZD > 60^0$ ergibt sich unter nachträglicher Vernachlässigung des letzten Gliedes

$$m = 0.003775 \pm 33$$

als definitiver Wert. Läßt man auch das Stundenwinkelglied fort, so folgt $m = 0.003554$. Der Dampfdruck ist nicht berücksichtigt; doch meint Koudriawtzew, daß er zum Teil durch die von dem Stundenwinkel der Sonne abhängigen Glieder in Rechnung gestellt sei. Das hätte wohl des näheren Nachweises bedurft, zumal im allgemeinen durch Einführung des Dampfdrucks eine Verminderung des Ausdehnungskoeffizienten erfolgt, hier aber durch die Sonnenglieder eine starke Vermehrung. Ob die Temperaturdifferenzen in den beiden Objektivlagen so groß sind, daß sie zur Bestimmung von so kleinen Korrektionen, wie sie hier in Frage kommen, ausreichen, läßt sich nicht ohne weiteres übersehen; es kann daher auch nicht beurteilt werden, wie weit die Abweichung des obigen Wertes von m gegen den physikalischen Wert reelle Bedeutung hat.

Ein anderes Verfahren schlägt Bonsdorff ein: Er führt die Verbesserung des Ausdehnungskoeffizienten und des Faktors für den Dampfdruck als Unbekannte in die Bedingungsgleichungen ein und bildet diese für sämtliche Beobachtungen jedes einzelnen Sterns für $ZD > 60^0$, nimmt dann aber keine Mittelungen von größeren Gruppen von Beobachtungen jedes Sterns vor, um rasch verlaufende Änderungen der Temperatur oder der Feuchtigkeit

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

dadurch nicht wieder zu verschleiern, sondern führt die Ausgleichung streng durch mit dem Ergebnis $m = 0.003645$ und $1 - \frac{1.12}{8} \cdot \frac{\pi}{B}$ für die Berücksichtigung des Dampfdrucks. Eine Abhängigkeit von der ZD zeigt sich nicht, wohl aber von der AR, besonders in m, wo die Winterbeobachtungen stark abweichen. Deshalb wird m unter Zugrundelegung der optischen Dichtigkeit noch nach einer anderen Methode bestimmt, die etwaige zeitliche Änderungen der Refraktion ausschließt. Es werden nahe gleichzeitige Beobachtungen desselben Sterns, soweit ihre Temperaturdifferenz 4^0 übersteigt, mit einander kombiniert, insgesammt 737 Paare. Das ganze Material ergibt $m = 0.003732$, aber zwischen Sommer- und Winterbeobachtungen einerseits und Frühlings- und Herbstbeobachtungen andererseits eine Differenz von 121 Einheiten, die sich durch weitere Untersuchungen nicht aufklärt. Ich meine mit Bonsdorff, daß diese überhaupt nicht reell ist, denn die Temperaturdifferenz von 4^0 ist doch recht gering. Als definitiver Wert wird angenommen

$$m = 0.003718,$$

der dem physikalischen Werte sehr nahe kommt.

Bei allen diesen Untersuchungen außer der von Courvoisier ist, so weit ich sehe, die bereits eingangs dieses Abschnitts erwähnte Vernachlässigung des Faktors λ eingetreten, so daß die Resultate einer Verkleinerung bedürfen; in welchem Umfange, läßt sich schwer überschlagen. Da bei $z = 80^0$ $\lambda = 1.04$ ist, ist sie jedenfalls nicht zu vernachlässigen. E. von Oppolzer, der diesen Faktor mit $(1 + y_1 + y_2)$ bezeichnet, hat bei Bauschinger und Nyrén bereits hierauf aufmerksam gemacht (l. c. pag. 598).

Ich gehe nunmehr zu meinen eigenen Beobachtungen über. Da ein ausgesprochener Temperaturfehler sich nicht ergeben hat und da es kaum noch zweifelhaft erscheint, daß zur Berücksichtigung des Dampfdrucks die optische Dichtigkeit der Luft zu wählen ist, so habe ich zunächst nur die Verbesserung des Ausdehnungskoeffizienten in die Bedingungsgleichungen eingeführt. Diese wurden nach der strengen Formel angesetzt. Wenn auch in dieser der Koeffizient der Unbekannten für Sterne höherer ZD nur gering ist, so können diese wegen ihrer zum Teil großen Anzahl von Beobachtungen doch immerhin einen wertvollen Beitrag liefern, vorausgesetzt, daß man die Auswahl der Beobachtungen bei hoher und tiefer Temperatur nicht von vorneherein fest begrenzt, wozu aber keinerlei Veranlassung vorliegt. Ich habe demgemäß alle Sterne bis $z = 35^0$ im Süden und 40^0 im Norden herangezogen, ihre Beobachtungen nach der Temperatur geordnet und sodann die Auswahl so

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

getroffen, daß die Temperaturdifferenz: hoch—niedrig möglichst 10^0 erreichte. Es blieben so nur verhältnismäßig wenig Beobachtungen unberücksichtigt. Die Beobachtungen bei hoher und bei tiefer Temperatur wurden alsdann gemittelt. Ist n ihre Anzahl, ε der mF einer ZD, so ergibt sich, wenn der Gewichtseinheit der $mF \pm 1''.00$ entspricht,

$$\sqrt{p} = \frac{1}{\varepsilon}\sqrt{\frac{n}{2}}.$$

In der nachfolgenden Tabelle sind gegeben: Stern, schb. ZD, $z_2 - z_1$, in dem Sinne: Hohe Temperatur t_2 — tiefe Temperatur t_1, $t_2 - t_1$, $\sqrt{p}$ und unter M der Faktor von Δm.

Tabelle II.

	ZD	$z_2 - z_1$	$t_2 - t_1$	$\sqrt{p}$	M	$B-R$
β Fornacis	80° 57'.1	— 0".07	+ 9°5	1.3	0.168	— 0".15
ξ Hydrae	79 24.9	+ 1.08	13.3	1.4	216	+ 0.98
Lac. μ Forn.	79 20.0	— 1.14	8.6	1.4	139	— 1.20
α Antliae	78 40.5	+ 0.10	12.2	1.9	251	+ 0.03
γ Sagitt.	78 33.4	+ 0.06	9.0	1.1	106	0.00
α Pisc. austr.	78 18.1	— 1.18	9.0	1.3	122	— 1.24
ϱ Can. maj.	78 9.2	— 0.81	6.0	0.8	49	— 0.85
α Sculpt.	78 2.9	— 0.38	10.5	1.7	182	— 0.45
ι Sculpt.	77 41.3	+ 1.23	10.1	1.4	140	+ 1.16
12 Eridani	77 31.9	+ 0.07	14.9	1.5	219	— 0.03
η Pisc. austr.	77 5.4	— 0.78	11.0	1.4	145	— 0.85
τ Navis	76 51.1	— 1.15	7.1	1.4	92	— 1.19
δ Sculpt.	76 50.6	+ 0.88	8.8	1.5	122	+ 0.82
λ Pyxidis	76 32.3	— 1.30	10.8	1.7	166	— 1.36
$\varkappa^2$ Sculpt.	76 31.1	+ 0.10	7.8	1.5	106	+ 0.05
c Sagitt.	76 8.6	+ 0.39	10.7	1.5	141	+ 0.33
ε Pisc. austr.	75 43.8	— 0.84	11.3	1.3	121	— 0.90
ω Capric.	75 27.3	— 0.16	13.4	2.4	267	— 0.23
BAC 4253	74 43.3	— 0.02	13.0	2.3	236	— 0.09
π Hydrae	74 20.4	+ 0.87	12.1	1.8	187	+ 0.61
ϑ Ophiuchi	73 3.3	— 0.27	13.2	2.3	214	— 0.33
$\varkappa$ Fornacis	72 26.8	+ 0.24	7.8	2.0	106	+ 0.20
51 Ophiuchi	72 2.7	+ 0.55	12.3	1.8	148	+ 0.49
Br. 2333	71 45.4	— 0.44	7.5	1.6	79	— 0.47
π Sagitt.	69 21.3	+ 0.83	8.3	2.3	109	+ 0.80
Lal 18817	68 49.8	+ 0.18	10.0	4.7	262	+ 0.14
Lal 24277	68 12.1	— 0.38	13.5	3.7	270	— 0.43
ι Librae	67 34.5	+ 0.36	9.1	3.4	162	+ 0.33
γ Capric.	65 18.3	+ 0.81	12.4	2.1	123	+ 0.77
δ Corvi	64 7.2	+ 0.05	13.6	3.9	257	+ 0.05
η Ophiuchi	63 46.6	+ 1.10	9.7	2.8	119	+ 1.07
δ Crateris	62 24.2	+ 0.43	13.3	2.5	137	+ 0.39

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

	ZD	z_2-z_1	t_2-t_1	$\sqrt{p}$	M	B—R
γ Eridani	61° 59'.0	— 0".47	+ 8°5	2.7	0.084	— 0".49
ν Aquarii	59 58.4	+ 0.37	15.7	3.3	193	+ 0.33
Br. 2329	59 14.5	+ 0.18	7.5	3.7	102	+ 0.16
η Ceti	58 54.8	+ 0.32	11.2	4.5	181	+ 0.29
ζ Ophiuchi	58 32.7	+ 0.44	8.8	3.8	118	+ 0.42
ϰ Virginis	57 58.9	0.00	13.3	3.7	170	— 0.03
ε Eridani	57 59.6	+ 0.09	14.4	3.7	184	+ 0.06
ι Ceti	57 34.9	+ 0.89	10.1	2.8	96	+ 0.87
β Librae	57 11.4	+ 0.47	9.5	3.3	105	+ 0.45
ϑ Aquarii	56 29.1	+ 0.08	12.2	4.6	184	+ 0.05
19 Hydrae	56 21.7	— 0.27	11.6	3.3	124	— 0.29
τ Orionis	55 8.8	+ 0.42	7.1	3.0	98	+ 0.40
β Eridani	53 24.6	— 0.18	7.6	2.3	53	— 0.20
ϑ Virginis	53 10.8	— 0.21	12.7	5.7	254	— 0.24
γ Aquarii	50 6.0	— 0.14	12.1	4.3	134	— 0.16
δ Ceti	48 18.7	— 0.16	12.2	3.3	98	— 0.18
η Virginis	48 17.4	— 0.27	14.1	5.4	206	— 0.29
γ Piscium	45 28.6	0.00	9.0	4.7	93	— 0.01
γ Ophiuchi	45 27.0	+ 0.19	9.6	4.3	91	+ 0.18
ϑ Hydrae	45 26.9	— 0.16	11.1	4.9	120	— 0.18
β Ophiuchi	43 35.2	+ 0.17	8.5	8.9	156	+ 0.16
α Equulei	43 22.5	+ 0.10	15.2	3.8	116	+ 0.12
γ Orionis	41 56.5	+ 0.02	8.2	2.6	41	+ 0.01
ω Piscium	41 54.3	+ 0.06	8.3	3.9	45	+ 0.05
ζ Hydrae	41 51.7	— 0.10	12.1	5.4	126	— 0.11
δ Piscium	41 10.4	+ 0.40	9.5	4.2	75	+ 0.39
χ Leonis	40 18.3	— 0.18	12.9	5.9	139	— 0.19
π Leonis	39 39.7	+ 0.07	13.9	4.7	117	+ 0.05
ο Virginis	38 53.7	— 0.12	14.3	5.2	161	— 0.13
ι Leonis	37 6.2	— 0.13	12.9	5.7	120	— 0.14
α Leonis	35 43.9	+ 0.04	12.0	5.2	97	+ 0.03
α Urs. min. *OC*	40 31.8	+ 0.16	15.9	7.6	0.223	+ 0.14
α „ „ *UC*	43 0.8	— 0.03	22.3	7.7	346	— 0.06
51 H. Cephei	44 33.6	+ 0.15	7.4	6.5	102	+ 0.14
1 H. Drac.	49 59.1	+ 0.17	15.2	9.2	364	+ 0.14
4 H. Drac.	53 34.5	— 0.51	9.4	4.0	110	— 0.53
ζ Urs. min.	53 39.1	+ 0.19	10.1	3.4	101	+ 0.17
24 H. Cam.	54 39.3	+ 0.37	6.9	4.7	99	+ 0.36
γ Cephei	54 42.4	— 0.25	14.7	4.4	211	— 0.28
Br. 1147	55 41.4	— 0.09	11.4	3.4	122	— 0.11
β Urs. min.	57 11.0	+ 0.07	14.5	8.4	408	+ 0.04
Gr. 1586	58 23.4	+ 0.19	13.0	4.3	196	+ 0.16
50 Cassiop.	59 50.1	0.00	11.0	4.3	192	— 0.12
5 H. Cam.	60 44.5	+ 0.27	10.4	2.0	80	+ 0.24
λ Drac.	61 51.3	+ 0.18	7.8	3.3	104	+ 0.16
Gr. 1308	63 4.7	— 0.12	7.4	3.0	94	— 0.14
ι Cephei	66 5.4	— 0.35	13.2	2.7	174	— 0.39
i Drac.	66 31.0	+ 0.27	9.1	2.2	99	+ 0.24
α Drac.	66 52.8	— 0.17	8.7	2.4	106	— 0.20

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

	ZD	z_2-z_1	t_2-t_1	$\sqrt{p}$	M	$B-R$
12 H. Drac.	68° 49'.5	— 0'.04	+ 10°2	2.9	0.165	— 0'.08
ϑ Cephei	69 5.7	+ 0.30	12.5	3.0	212	+ 0.25
$\varkappa$ Cassiop.	69 22.7	+ 0.19	14.2	2.4	196	+ 0.14
20 Cephei	69 27.5	+ 0.16	13.8	2.6	207	+ 0.11
α Cephei	69 35.6	+ 0.34	14.7	2.6	223	+ 0.28
4 Cassiop.	70 1.5	— 0.19	13.5	2.5	201	— 0.24
η Cephei	70 18.1	+ 0.17	12.2	3.4	250	+ 0.12
o Urs. maj.	70 40.7	+ 1.66	13.0	1.7	136	+ 1.61
ι Drac.	72 24.5	— 0.40	13.3	2.5	227	— 0.46
2 Lyncis	72 41.1	— 0.14	6.5	2.3	104	— 0.17
ϑ Drac.	72 53.6	+ 0.31	10.0	1.3	91	+ 0.26
β Cassiop.	73 9.0	+ 0.23	16.5	2.1	234	+ 0.16
15 Lyncis	73 10.4	+ 0.85	7.9	1.7	96	+ 0.81
ζ Cephei	74 2.1	— 0.54	13.7	2.4	248	— 0.61
δ Urs. maj.	74 7.4	+ 0.50	9.8	1.8	134	+ 0.45
β Urs. maj.	74 47.4	+ 0.14	9.3	1.8	140	+ 0.09
Br. 3077	75 7.5	— 0.06	12.8	2.8	292	— 0.13
ε Urs. maj.	75 12.3	+ 0.23	12.2	1.6	160	+ 0.16
α Cassiop.	75 45.0	— 0.30	14.5	2.3	285	— 0.73
η Persei	76 15.1	+ 0.42	8.7	1.1	85	+ 0.37
γ Urs. maj.	77 26.8	+ 0.17	8.5	1.3	108	+ 0.11
γ Persei	78 36.1	— 0.18	7.1	2.0	152	— 0.23
Gr. 1460	78 38.0	+ 0.20	13.0	1.2	168	+ 0.12
τ Persei	79 21.6	— 0.36	7.9	1.3	118	— 0.42
ϑ Bootis	79 22.4	+ 0.44	8 6	1.3	129	+ 0.37
ϑ Urs. maj.	79 33.1	— 0.39	12.9	1.4	212	— 0.49
27 Lyncis	79 53.5	— 0.02	10.6	1.1	145	— 0.11
3 Lacertae	79 58.9	0.00	13.6	1.6	267	— 0.11
φ Persei	81 30.5	+ 0.41	14.9	1.1	239	+ 0.27
η Urs. maj.	81 50.9	— 0.55	9.2	1.0	139	— 0.64
7 Lacertae	81 55.2	— 0.52	13.6	1.2	249	— 0.66
α Persei	82 10.6	— 0.49	8.0	0.9	114	— 0.57
ψ' Aurig.	82 19.7	— 1.78	7.3	0.7	82	— 1.86
ι Persei	82 26.8	+ 0.56	7.4	0.7	85	+ 0.48
π^2 Cygni	82 49.7	+ 2.12	10.8	0.6	112	+ 2.00
ϑ Persei	82 52.0	+ 0.22	7.2	0.9	112	+ 0.10
ι Urs. maj.	83 12.5	+ 1.47	12.7	0.7	163	+ 1.32
v Persei	83 32.5	+ 1.53	14.2	1.0	272	+ 1.37
26 Lyncis	83 48.7	+ 2.88	7.5	0.7	105	+ 2.78
o Cassiop.	83 55.3	— 2.20	10.5	0.9	193	— 2.34
$\varkappa$ Urs. maj.	84 4.5	— 2.63	14.0	0.8	235	— 2.83
δ Persei	84 10.6	— 0.82	9.1	0.6	106	— 0.95
β Aurig.	86 37.2	— 0.48	9.3	0.4	133	— 0.70

Die Ausgleichung des ganzen Materials ergibt, wenn wir noch $i = 100\frac{\Delta m}{m}$ setzen:

$$3.454\, i = +2.2101$$
$$i = +0.640$$
$$\Delta m = +0.0000234 \pm 62$$
$$m = 0.003686.$$

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Die Darstellung ist in der Kolumne $B-R$ der obigen Tabelle gegeben. Wenn auch diese Lösung bereits nichts mehr zu wünschen übrig läßt und sie sehr nahe mit dem physikalischen Werte übereinstimmt, so habe ich, da sich bei anderen Untersuchungen gewisse Widersprüche zeigten, noch einige weitere Sonderausgleichungen ausgeführt. Nach den Meridianhälften getrennt fand sich

Südhälfte	Nordhälfte
$\Delta m = +0.0000265 \pm 97$	$\Delta m = +0.0000211 \pm 78$
$m = 0.003690$	$m = 0.003684$

also befriedigende Übereinstimmung. Störende Schichtenneigungen sind offenbar nicht vorhanden.

Für die Trennung nach AR habe ich zusammengefaßt die Stunden $9-21^h$, die hauptsächlich in die wärmere Jahreszeit (Temperatur über 10^0) fallen, und die Stunden 21^h-9^h, die in die kältere (unter 10^0) fallen. Das Resultat ist ebenfalls nach Meridianhälften getrennt:

	Südhälfte	Nordhälfte	
$\Delta m =$	$+0.000057$	$+0.000051$	$AR = 21^h - 9^h$ (Winter)
$=$	$+\quad 12$	$+\quad 10$	$= 9^h - 21^h$ (Sommer).

Hier scheint tatsächlich ein systematischer Unterschied zwischen Sommer und Winter zu bestehen, der aber geringer ist als bei den anderen oben erwähnten Untersuchungen. Die Einführung der Temperaturdifferenz: Außen — Innen führte zu keiner Aufklärung. Indessen kann ein solcher Unterschied kaum überraschen, denn daß sich das Instrument selbst bei allen Temperaturen vollständig gleich verhält, wird man kaum annehmen dürfen.

Um den Faktor des Dampfdrucks zu prüfen, habe ich eine Korrektion desselben nicht als neue Unbekannte in die Bedingungsgleichungen eingeführt, da dadurch ein sicheres Resultat kaum erzielt worden wäre wegen des parallelen Verlaufs von Temperatur und Dampfdruck. Es erschien mir ausreichend, festzustellen, um wieviel sich der Ausdehnungskoeffizient ändert, wenn man statt der optischen Dichtigkeit die physikalische einführt. Dadurch ändert sich die Refraktion um

$$\Delta R = \frac{2}{8}(6-\pi)\frac{B}{760}\cdot\beta,$$

wo $\beta =$ Änderung der Refraktion für 1 mm Luftdruckänderung ist. B ist in unserem Falle im Mittel 740 mm. Es ist also mit hinreichender Annäherung

$$\delta(z_2-z_1) = 0.244(\pi_1-\pi_2)\beta = \frac{\delta\Delta m}{m}\cdot(t_2-t_1).$$

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Setzen wir $t_2 - t_1 = 10^0$ und entsprechend $\pi_2 - \pi_1 = 5$ mm, so wird $\delta \Delta m = -0{,}000160$, erreicht also einen durchaus unwahrscheinlichen Wert. Die Annahmen von Bauschinger und Courvoisier sind also auch hiernach nicht aufrecht zu erhalten.

Radau setzt $\frac{\mu_2^2 - 1}{\mu_1^2 - 1} = 0.88$. Nach den neuesten Untersuchungen ist das Mittel der letzten 11 Werte, wie sie Landolt und Börnstein (pag. 1017) angeben, $\mu_1^2 - 1 = 0.0002926$ und $\mu_2^2 - 1 = 0.000254$ (nach L. Lorenz, Wied. Ann. 11, 70, 1880). Hieraus ergibt sich $\frac{\mu_2^2 - 1}{\mu_1^2 - 1} = 0.852$.

Damit wäre in dem Ausdruck für die optische Dichtigkeit statt $^1/_8$ richtiger $^1/_7$ zu setzen und an das erste, aus der Gesamtheit der Sterne folgende Resultat für m wäre noch anzubringen

$$\delta \Delta m = -0.0000132.$$

Als definitiver Wert dieser Untersuchung gilt dann

$$\boldsymbol{m = 0.003673.}$$

Da der beste physikalische Wert heute mit

$$m = 0.003668$$

anzusetzen ist, so läßt die Übereinstimmung meines Wertes mit diesem nichts mehr zu wünschen übrig.

Auf Grund einer Diskussion einer Auswahl meiner Beobachtungen sucht de Ball (Astr. Nachr. 189, pag. 313, Berichtigung 191, pag. 425 und kurze Bemerkung 191, pag. 285) den Nachweis zu erbringen, daß das zur Bestimmung des Ausdehnungskoeffizienten übliche Verfahren einen prinzipiellen Fehler enthalte. Er ordnet nämlich die $z_2 - z_1$, und $t_2 - t_1$ nach AR Stunden, $8 - 14^h$, Frühjahr und $20 - 4^h$, Herbst und nach ZD vom 10^0 zu 10^0 für beide Meridianhälften getrennt und findet in den $z_2 - z_1$ nicht den erforderlichen Gang nach $\operatorname{tg} z$, sondern einen je nach der Anordnung verschiedenen. de Balls Schlußfolgerung hätte somit nur lauten dürfen, daß das verwendete Material eine beim ersten Anblick erkennbare Korrektion des Ausdehnungskoeffizienten nicht verrate, wohl aber noch andere vorhandene Fehlerquellen. Ich vermag die Zahlen de Balls nicht nachzuprüfen. Mittle ich die $z_2 - z_1$ der obigen Tabelle von 10^0 zu 10^0 ZD, so erhalte ich wesentlich andere Werte. — Daß das Verfahren prinzipiell richtig ist, unterliegt keinem Zweifel.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

V. Die Refraktionskonstante.

Das bisher allgemein übliche Verfahren zur Bestimmung dieser Konstanten besteht in einer Kombination von OC und UC, aus der sich der bekannte Ansatz ergibt

$$\delta_o - \delta_u = -2\Delta\varphi - \Delta R_u \mp \Delta R_o \begin{cases} - \text{ nördlich vom Zenit} \\ + \text{ südlich vom Zenit} \end{cases}$$

wo ΔR hier nur noch Funktion der Refraktionskonstanten α ist. Setzen wir $\alpha + d\alpha = \alpha(1+k)$, so folgt

$$dR = \alpha \frac{dR}{d\alpha} k$$

und

$$\alpha \frac{dR}{d\alpha} = R + \frac{\alpha^2 \beta \sqrt{2}\beta}{(1-\alpha)\sin^2 z} [2^{1/2}\psi(2) - \psi(1)].$$

Ist das zweite Glied rechts noch $= y_1 \cdot R$, so erhalten wir $\alpha \frac{dR}{d\alpha} = R(1+y_1)$, d. i. die Form, die E. v. Oppolzer (l. c. pag. 597) gewählt hat und nach der er für den Faktor $\log(1+y_1)$ Tafeln gegeben hat, die ich weiterhin benutzt habe. Ich habe diese Formeln hier angesetzt, weil das Glied y_1 mehrfach vernachlässigt ist, was für größere ZD nicht erlaubt ist. So ist für 80^0 $y_1 = 0.004$, für 83^0 $y_1 = 0.008$, für 86^0 $y_1 = 0.017$.

Setze ich noch $x = -\Delta\varphi$ und $y = -100k$, so erhält die Bedingungsgleichung die Form

$$\delta_o - \delta_u = x + y \cdot \frac{R_u(1+y_1)_u \pm R_o(1+y_1)_o}{100}.$$

Bei dieser Methode werden zwar Beobachtungen mit einander verbunden, die zu verschiedenen Jahreszeiten angestellt sind; sie ist deshalb nicht völlig einwandfrei, aber wir vermögen keine bessere an ihre Stelle zu setzen. Der Vorschlag von Loewy (Comptes rendus CI pag. 18), mittels zweier Spiegel die Bilder von zwei geeigneten Sternen in das Gesichtsfeld zu bringen und ihren Abstand alsdann mikrometrisch zu messen, wird praktisch schwer durchführbar sein; er verlegt nur die Unsicherheit in das Instrument. Crawford (Publ. of the Astr. Soc. of the Pacific XVI pag. 78) setzt die Deklinationen der Sterne als bekannt voraus, also etwas, was durch die Beobachtungen erst bestimmt werden soll.

In der folgenden Tabelle gebe ich neben den genäherten ZD die Deklinationen der Zirkumpolarsterne in OC und UC. Sie unterscheiden sich von den in Gr. I pag. 208 gegebenen vorläufigen Deklinationen dadurch, daß an

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

sie noch eine kleine Korrektion angebracht ist, die herrührt von dem Einflusse des Dampfdruckes auf die Höhe der homogenen Atmosphäre, die von Radau mit $c'\pi$ bezeichnet, der Tafel auf Seite 60 seiner Refraktionstafeln unmittelbar entnommen werden kann. Sie kommt nur bei großen ZD in Betracht.

Weiter enthält die Tabelle die Differenzen $\delta_o - \delta_u$ und $\sqrt{p}$, gebildet nach

$$p = \frac{p_o\, p_u}{p_o + p_u},$$

wo einer Deklination mit dem $mF \pm 1''$ das Gewicht 1 erteilt ist. Alsdann folgt der Faktor von y der obigen Gleichung unter $[R]$.

Tabelle III.

Stern	Gr.	ZD OC	ZD UC	δ_{oc}	δ_{uc}	$\Delta\delta$	$\sqrt{p}$	$[R]$	v_I	v_V
δ Cygni	2.8	— 3° 20′	+ 86° 40′	44° 52′ 46″.18	45″.31	+ 0″.87	0.6	8.05	— 1″.42	— 0″.87
α Cygni	1.6	3 18	86 39	44 54 44.32	41.22	+ 3.10	0.6	7.84	+ 0.88	+ 1.42
β Aurig.	2.0	3 17	86 37	44 56 12.46	11.44	+ 1.02	0.9	7.45	— 1.07	— 0.58
ψ Urs. maj.	3.1	3 9	86 30	45 3 26.52	25.50	+ 1.02	0.7	7.48	— 1.07	— 0.55
φ Herculis	4.0	3 0	86 22	45 12 17.81	15.19	+ 2.62	1.7	7.59	+ 0.49	+ 0.10
α Aurig.	1.0	2 19	85 42	45 53 34.97	34.02	+ 0.95	1.0	6.25	— 0.74	— 0.36
λ Androm.	4.0	2 19	85 42	45 54 0.82	58.10	+ 2.72	0.9	6.54	+ 0.94	+ 0.62
ι Herculis	3.3	2 9	85 32	46 3 40.25	38.70	+ 1.55	1.0	6.50	— 0.32	+ 0.18
o' sq. Cygni	4.5	1 47	85 11	46 25 44.11	43.26	+ 0.85	0.8	6.05	— 0.76	— 1.05
τ Herculis	3.3	1 39	85 3	46 33 31.52	30.38	+ 1.14	0.8	6.00	— 0.40	— 0.05
λ Bootis	4.0	1 39	85 3	46 33 40.96	39.00	+ 1.96	1.0	5.95	+ 0.38	+ 0.09
δ Persei	3.1	0 45	84 11	47 27 29.04	28.36	+ 0.68	1.4	4.95	— 0.60	— 0.34
$\varkappa$ Urs. maj.	3.3	0 39	84 5	47 33 49.52	48.54	+ 0.98	2.4	4.96	— 0.28	— 0.02
o Cassiop.	5.0	0 30	83 55	47 43 14.27	12.34	+ 1.93	2.6	4.93	+ 0.68	+ 0.48
26 Lyncis	6.1	0 23	83 49	47 49 53.36	50.98	+ 2.38	1.7	4.67	+ 1.22	+ 1.04
v Persei	3.6	0 6	83 33	48 6 22.73	22.53	+ 0.20	2.2	4.60	— 0.90	— 0.71
χ Urs. maj.	3.8	+ 0 8	83 18	48 21 1.57	0.96	+ 0.61	1.7	4.46	— 0.48	— 0.26
ι Urs. maj.	3.0	0 14	83 13	48 26 45.47	45.13	+ 0.34	2.2	4.41	— 0.74	— 0.53
ϑ Persei	4.0	0 35	82 52	48 47 33.51	32.93	+ 0.58	2.4	4.18	— 0.42	— 0.57
π^2 Cygni	4.3	0 37	82 50	48 49 58.44	57.45	+ 0.99	1.4	4.29	— 0.04	— 0.21
ι Persei	4.0	1 0	82 27	49 13 10.50	10.21	+ 0.29	1.7	3.99	— 0.64	— 0.78
ψ' Aurig.	5.1	1 8	82 20	49 20 24.59	23.81	+ 0.78	2.0	3.84	— 0.11	— 0.24
α Persei	2.0	1 17	82 11	49 29 39.69	40.19	— 0.50	2.0	3.84	+ 0.62	+ 0.77
7 Lacertae	4.0	1 32	81 55	49 45 10.44	9.43	+ 1.01	2.6	3.83	+ 0.13	0.00
η Urs. maj.	2.0	1 37	81 51	49 49 38.34	38.05	+ 0.29	2.2	3.78	— 0.58	— 0.43
ϑ Cygni	4.6	1 46	81 42	49 58 57.33	56.63	+ 0.70	2.0	3.81	— 0.18	— 0.30
φ Persei	4.0	1 57	81 31	50 10 10.96	11.04	— 0.08	2.6	3.63	— 0.89	— 1.00
γ Drac.	2.3	3 17	80 12	51 30 3.47	2.80	+ 0.67	2.2	3.30	— 0.04	+ 0.07
ι Cygni	4.1	3 18	80 11	51 30 37.14	37.62	— 0.48	1.4	3.27	— 1.17	— 1.26
3 Lacertae	4.4	3 30	79 59	51 42 46.51	46.27	+ 0.24	3.3	3.14	— 0.42	— 0.48
27 Lyncis	4.6	3 35	79 53	51 48 12.03	10.69	+ 1.34	3.2	3.02	+ 0.75	+ 0.68
ϑ Urs. maj.	3.0	3 56	79 33	52 8 48.24	46.93	+ 1.31	3.2	2.88	+ 0.75	+ 0.82
ψ Cygni	5.2	3 57	79 32	52 9 55.72	54.91	+ 0.81	1.7	3.08	+ 0.18	+ 0.10

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Stern	Gr.	ZD OC	ZD UC	δ_{oc}	δ_{uc}	$\Delta\delta$	$\sqrt{p}$	[R]	v_I	v_V
ϑ Bootis	3.8	+ 4° 7′	+ 79° 22′	52° 19′ 36″.57	35″.91	+ 0″.66	3.0	3.02	+ 0″.04	+ 0″.12
τ Persei	4.0	4 8	79 22	52 20 26.56	26.38	+ 0.18	2.6	2.92	— 0.40	— 0.46
β Dracon	2.6	4 10	79 19	52 22 39.40	38.24	+ 1.16	4.1	3.03	+ 0.54	+ 0.62
Gr. 1460	5.6	4 51	78 38	53 4 20.46	19.29	+ 1.17	3.3	2.74	+ 0.63	+ 0.60
γ Persei	3.0	4 53	78 36	53 6 10.25	9.91	+ 0.34	3.6	2.74	— 0.18	— 0.12
ϰ Cygni	4.0	4 58	78 32	53 10 42.49	41.66	+ 0.83	2.0	2.82	+ 0.28	+ 0.23
γ Urs. maj.	2.3	6 3	77 27	54 16 2.72	2.32	+ 0.40	3.0	2.52	— 0.28	— 0.02
η Persei	3.6	7 15	76 15	55 28 3.90	4.37	— 0.47	2.8	2.30	— 0.84	— 0.84
α Cassiop.	2.5	7 45	75 45	55 58 20.68	20.68	0.00	4.5	2.26	— 0.36	— 0.36
ε Urs. maj.	2.0	8 18	75 16	56 31 8.23	7.80	+ 0.43	3.6	2.19	+ 0.09	+ 0.09
Br. 3077	6.0	8 23	75 11	56 35 58.85	58.04	+ 0.81	4.6	2.19	+ 0.47	+ 0.46
β Urs. maj.	2.3	8 43	74 51	56 56 4.26	3.76	+ 0 50	3.7	2.12	+ 0.18	+ 0.18
δ Urs. maj.	3.4	9 23	74 10	57 36 17.55	17.70	— 0.15	3.7	2.06	— 0.44	— 0.45
ζ Cephei	3.4	9 28	74 5	57 41 36.53	35.76	+ 0.77	4.1	2.06	+ 0.45	+ 0.44
15 Lyncis	4.7	10 20	73 13	58 33 26.61	26.77	— 0.16	3.6	1.89	— 0.40	— 0.39
β Cassiop.	2.1	10 22	73 12	58 34 53.63	53.72	— 0.09	4.1	1.95	— 0.35	— 0.37
ϑ Drac.	3.6	10 37	72 56	58 50 25.05	25.52	— 0.47	2.8	1.98	— 0.74	— 0.77
2 Lyncis	4.6	10 50	72 44	59 2 52.18	52.33	— 0.15	4.4	1.85	— 0.38	— 0.37
ο Drac.	4.6	11 2	72 31	59 15 44.89	44.35	+ 0.54	2.6	1.92	+ 0.18	+ 0.19
ι Drac.	3.0	11 6	72 27	59 19 36.77	36.56	+ 0 21	4.5	1.92	— 0.04	— 0.06
ο Urs. maj.	3.3	12 50	70 43	61 3 44.47	43.92	+ 0.55	4.2	1.69	+ 0.37	+ 0.33
η Cephei	3.6	13 13	70 20	61 26 19.38	18.62	+ 0.76	4.9	1.72	+ 0.58	+ 0.53
4 Cassiop.	5.8	13 30	70 4	61 43 2.36	1.99	+ 0.37	4.5	1.69	+ 0.20	+ 0.22
η Drac.	2.6	13 32	70 2	61 44 50.50	50.54	— 0.04	4.4	1.72	— 0.22	— 0.27
α Cephei	2.6	13 56	69 38	62 8 57.10	56.82	+ 0.28	5.1	1.66	+ 0.10	+ 0.07
20 Cephei	5.8	14 4	69 30	62 16 59.13	58.80	+ 0.33	4.4	1.65	+ 0.17	+ 0.19
ϰ Cassiop.	4.3	14 9	69 25	62 21 47.74	47.70	+ 0.04	4.9	1.64	— 0.11	— 0.09
ϑ Cephei	4.0	14 26	69 8	62 38 52.54	52.27	+ 0.27	5.0	1.63	+ 0.12	+ 0.14
12 H Drac.	5.3	14 42	68 52	62 55 4.57	4.46	+ 0.11	4.5	1.65	— 0.05	— 0.03
α Drac.	3.3	16 39	66 55	64 52 5.53	5.70	— 0.17	4.2	1.49	— 0.28	— 0.34
i Drac.	5 0	17 1	66 33	65 13 55.70	55.76	— 0.06	4.1	1.47	— 0.16	— 0.13
ι Cephei	3.4	17 26	66 7	65 39 31.62	30.87	+ 0.75	4.5	1.45	+ 0.66	+ 0.58
9 Camel	4.3	17 57	65 37	66 10 2.51	2.76	— 0.25	4.6	1.39	— 0.32	— 0.28
δ Drac.	3.3	19 16	64 18	67 28 49.58	49.58	0.00	2.8	1.37	— 0.07	— 0.15
Gr. 1308.	6.0	20 27	63 6	68 40 32.90	32.84	+ 0.06	5.1	1.29	+ 0.02	+ 0.07
λ Drac.	3.3	21 41	61 53	69 53 58.14	58.08	+ 0.06	5.1	1.27	+ 0.03	— 0.06
5 H Cam.	4.3	22 48	60 46	71 0 52.80	52.54	+ 0.26	3.9	1.23	— 0.28	— 0.22
50 Cassiop.	4.0	23 42	59 51	71 55 21.84	21.61	+ 0.23	5.3	1.20	+ 0.23	+ 0.28
χ Drac.	3.8	24 28	59 5	72 41 17.87	17.47	+ 0.40	4.5	1.25	+ 0.37	+ 0.28
Gr. 1586	6.0	25 9	58 25	73 22 9.09	9.02	+ 0.07	5.5	1.18	+ 0.07	+ 0.12
β Urs. min.	2.0	26 21	57 12	74 34 35.83	35.94	— 0.11	5.8	1.17	— 0.11	— 0.21
Br. 1147	5.1	27 51	55 42	76 4 15.49	15.34	+ 0.15	5.3	1.11	+ 0.17	+ 0.24
γ Cephei	3.3	28 50	54 43	77 3 27.22	27.05	+ 0.17	5.3	1.11	+ 0.19	+ 0.08
24 H Cam.	4.6	28 53	54 40	77 6 28.90	29.21	— 0.31	4.7	1.09	— 0.29	— 0.22
ζ Urs. min.	4.3	29 53	53 40	78 6 40.67	41.37	— 0.70	4.8	1.11	— 0.69	— 0.62
4 H Drac.	4.6	29 58	53 35	78 11 18.75	19.03	— 0.28	5.2	1.08	— 0.25	— 0.19
1 H Drac.	4.3	33 34	50 0	81 46 53.40	53.18	+ 0.22	6.2	1.07	+ 0.25	+ 0.32
ε Urs. min.	4.3	33 59	49 34	82 12 24.35	24.39	— 0.04	5.2	1.05	0.00	+ 0.05
δ Urs. min.	4.3	38 23	45 10	86 36 46.43	46.77	— 0.34	5.0	1.01	— 0.29	— 0.22
51 H Ceph.	5.1	38 59	44 34	87 12 34.22	33.91	+ 0.31	4.5	1.05	+ 0.35	+ 0.44
α Urs. min.	2.0	40 32	43 1	88 45 29.94	30.02	— 0.08	6.2	0.95	— 0.01	— 0.13

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Die sämtlichen Bedingungsgleichungen geben die Normalgleichungen

$$1120.0\,x + 2057.5\,y = +\,249.7$$
$$2057.5\,x + 4822.6\,y = +\,804.2$$

mit der Auflösung

$$\begin{aligned} x &= -\,0.386 \pm 0.085 \\ y &= +\,0.332 \pm 0.041 \end{aligned} \qquad \text{(I).}$$

Die Summe der Fehlerquadrate $[p\,v\,v]$ sinkt von 337.01 auf 146.28. Die Darstellung $B-R$ ist in der obigen Tabelle unter v_I gegeben. Sie kann als völlig befriedigend bezeichnet werden, besonders wenn man sie mit anderen Beobachtungsreihen gleicher Art vergleicht. Der strengen Kritik muß jedoch das Vorherrschen des negativen Vorzeichens bei den großen ZD auffallen, und da sich mehrfach gewisse Anomalien gezeigt haben, wie Abhängigkeit der Refraktionskonstanten von der Jahreszeit, der Helligkeit der Sterne, von der Beschaffenheit des Beobachtungsraums etc., so habe ich die Untersuchung fortgesetzt.

Von den störenden Ursachen, die in Betracht kommen, behandle ich

1. Fehler der theoretischen Unterlagen und zwar in Bezug auf die Annahme der Dichteabnahme mit der Höhe, in unserem Falle Fehler des Ivoryschen Parameters f, der bekanntlich auch den Radauschen Tafeln zu Grunde liegt. Für die Rechnung benutze ich die Tafel V bei Radau, die die Veränderung der Refraktion für $\delta f = 0.1$ gibt. Setzt man $\frac{\Delta f}{f} = -w$, so ist den obigen Normalgleichungen die weitere hinzuzufügen:

$$70.0\,x + 352.3\,y + 203.6\,w = +\,98.4$$

und es ergibt sich

$$\begin{aligned} x &= -\,0.376 \pm 0.103 \\ y &= +\,0.326 \pm 0.050 \\ w &= +\,0.025 \pm 0.112 \\ \Delta f &= -\,0.005 \end{aligned} \qquad \text{(II).}$$

x und y stimmen mit Lösung I überein und für Δf ergibt sich ein Wert, der nicht als reell angesehen werden kann.

2. Atmosphärische Störungen können sich äußern

a) in einer Abhängigkeit der Refraktion von der ZD. Ich trenne nach dieser und erhalte

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

$$\begin{aligned} &\text{für } ZD < 80^0 && x = -0.556 \pm 0.137 \\ & && y = +0.456 \pm 0.081 \\ &\text{für } ZD > 75^0 && x = -0.720 \pm 0.565 \\ & && y = +0.411 \pm 0.172 \end{aligned} \qquad \text{(III).}$$

Die ZD 75^0—80^0 habe ich in beiden Fällen mitgenommen, da sonst das Gewicht der Unbekannten zu gering wurde. Da sich in diesen Lösungen die Unbekannten nur innerhalb der Grenzen der mF von Lösung I unterscheiden, so wird ein Schluß auf ihre Abhängigkeit von der ZD nicht verbürgt sein. Es erscheint aber die Annahme berechtigt, daß die zu Grunde gelegte Temperatur für alle ZD nahezu die richtige ist und daß auch keine merklichen Niveauschichtungen vorhanden sind. Doch habe ich diese Fragen noch einer näheren Prüfung unterworfen.

Nach Abschnitt II nimmt die Temperatur nach Norden rascher ab, als in der Zenitrichtung und nach Süden; es können dadurch sehr wohl systematische Differenzen entstehen und zwar in dem Sinne, wie sie die Vorzeichenverteilung andeutet. Ich fand im Mittel

$$\begin{aligned} T_i - T_B &= +0^0.11 \quad \text{(Mitte des Spalts im Zenit)} \\ T_i - T_{IV/V} &= +0.50 \quad (\text{„ „ „ „ Norden}) \\ T_i - T_N &= +0.65. \end{aligned}$$

Der Reduktion der Beobachtungen ist das Mittel aus T_i und T_N zu Grunde gelegt, also eine Temperatur, die gegen die im Zenit um $0^0.22$ zu niedrig ist; es ist nicht ausgeschlossen, daß die Beobachtungen eine Erhöhung der letzteren als notwendig erscheinen lassen.

Wie die Temperaturkurve vom Zenit bis zum Nordhorizont verläuft, läßt sich genau nicht sagen; wahrscheinlich ist aber, daß bei dem Übergange von dem mit Brettern verkleideten Dachspalt zu den Steinwänden des Seitenspalts ein Sprung eintritt, bald größer, bald geringer, je nach der Stärke des Windes. Da es sich nur um eine Überschlagsrechnung handeln kann, genügt es, zwischen Dach- und Seitenwand zu trennen, also bei etwa 63^0 ZD. Auch die theoretische Unterlage kann nur sehr hypothetisch sein. Bauschinger nimmt an, daß die Niveauschichten parallel zu den Wänden verlaufen und kommt demgemäß zu dem Schluß, daß für die den Dachspalt passierenden Lichtstrahlen statt der äußeren die innere Temperatur zu setzen ist, für die anderen erfordert die Refraktion eine Korrektion, die gleich ist

$$R_s = -\left[\frac{a'm}{1+mt}\,\mathrm{tg}\,z\right](T_i - T_N)\,\mathrm{cotg}^2\,z\,,$$

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

wo der Ausdruck in der eckigen Klammer gleich dem Temperaturkoeffizienten ist und z die gemessene ZD. Wende ich diese Formel an, so ergeben sich, da jetzt statt $T_i - T_N$ zu setzen ist $\frac{1}{2}(T_i - T_N) = +0^{\circ}33$, folgende Korrektionen:

δ_{oc}	ZD	R_s	δ_{uc}	ZD	R_s
45°	— 3°2	+ 0″05	85°	+ 46°8	+ 0″100
50	+ 1.8	— 0.02	80	51.8	+ 0.118
60	+ 11.8	— 0.19	75	56.8	+ 0.142
70	+ 21.8	— 0.37	70	61.8	+ 0.173
80	+ 31.8	— 0.58	68	63.8	— 0.045
85	+ 36.8	— 0.69	65	66.8	— 0.040
90	+ 41.8	— 0.83	60	71.8	— 0.028
			55	76.8	— 0.022
			50	81.8	— 0.015
			45	86.8	0.000

Daraus folgt:

δ	$\delta_{oc} - \delta_{uc}$	δ	$\delta_{oc} - \delta_{uc}$	δ	$\delta_{oc} - \delta_{uc}$
45°	+ 0″01	65°	+ 0″01	80°	— 0″07
50	+ 0.01	70	— 0.05	85	— 0.08
60	+ 0.01	75	— 0.06	88	— 0.09

Die Korrektionen sind so gering, daß sie eine Änderung der Darstellung nicht herbeizuführen vermögen, und daß somit kein Bedürfnis vorliegt, die angewandte Temperatur zu ändern. Für München erklärt sich der bemerkbare Einfluß dadurch, daß hier die Differenz: Innen—Außen durchweg sehr viel größer war.

3. Die Wirkung der Dispersion.

Die Breite $d\zeta$ des durch die Dispersion der Luft erzeugten Spektrums eines Sterns läßt sich bekanntlich angenähert ausdrücken durch

$$d\zeta = 2\,R\,\frac{d\mu}{\mu^2 - 1}$$

wo $R = a \operatorname{tg} z$ die mittlere Refraktion und $d\mu$ die Differenz der Brechungsexponenten der sichtbaren Farben des Spektrums ist, welche die Grenzen ausmachen. Damit ergibt sich

bei $z =$	60°	$d\zeta =$ 1″7	$z =$	85°	$d\zeta =$ 10″0
	70	2.6		87.5	16.0
	80	5.3			

Die Distanz der Horizontalfäden, auf deren Mitte eingestellt wurde, beträgt rund 10″; die Breite des Spektrums vermag also immerhin zu einer

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Verschiebung des Lichtschwerpunktes Anlaß zu geben. Dazu kommt noch die selektive Extinktion, die bei ruhigen Bildern unzweifelhaft eine fehlerhafte, nach dem Rot zu gelegene Einstellung zur Folge haben wird, aber nur bei den helleren Sternen. Dementsprechend schließe ich von der Ausgleichung aus alle Sterne bis zur Größe 3.5, deren ZD größer als 75^0 ist, und erhalte die Normalgleichungen

$$\begin{aligned} 994.4\,x + 1646.3\,y &= +178.6 \\ 1646.3\,x + 3354.8\,y &= +540.5 \\ x &= -0.458 \pm 0.098 \\ y &= +0.386 \pm 0.055 \end{aligned} \qquad \text{(IV).}$$

Eine merkliche Änderung der Unbekannten gegen Lösung I enthält auch diese nicht, deshalb deckt sich auch ihre Darstellung der Größe der Reste nach mit jener, aber die Vorzeichenverteilung gewinnt ein anderes Bild, denn die vordem vorherrschenden negativen Vorzeichen fallen hauptsächlich auf die ausgeschlossenen Sterne, wie die folgende Darstellung derselben nach Lösung IV erkennen läßt.

δ Cygni	2.8	— 1.78	ι Urs. maj.	3.0	— 0.90
α Cygni	1.6	+ 0.55	α Persei	2.0	+ 0.48
β Aurig.	2.0	— 1.42	η Urs. maj.	2.0	— 0.70
ψ Urs. maj.	3.1	— 1.40	γ Drac.	2.3	— 0.14
α Aurig.	1.0	— 2.00	ϑ Urs. maj.	3.0	+ 0.36
ι Herc.	3.3	— 0.49	ϑ Bootis	3.8	— 0.04
τ Herc.	3.3	— 0.65	β Drac.	2.6	+ 0.46
δ Persei	3.1	— 1.10	γ Persei	3.0	— 0.26
ϰ Urs. maj.	3.3	— 0.47	γ Urs. maj.	2.3	— 0.11
υ Persei	3.6	— 1.11	η Persei	3.6	— 0.90
χ Urs. maj.	3.8	— 0.59	α Cassiop.	2.5	— 0.41

Es scheint also tatsächlich ein systematischer Unterschied zwischen hellen und schwachen Sternen zu bestehen. Eine nach diesen beiden Kategorien mit der Grenze 3.8, mit welcher auf jede gleich viel Sterne entfallen, gegetrennte Behandlung des ganzen Materials liefert die folgenden Lösungen:

Helle Sterne bis 3.8 Gr.

$$\begin{aligned} 508.8\,x + 1000.9\,y &= +146.7 \\ 1000.9\,x + 2424.4\,y &= +397.1 \\ x &= -0.180 \pm 0.138 \\ y &= +0.238 \pm 0.063 \end{aligned} \qquad \text{(V).}$$

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Schwache Sterne von 3.9 Gr. an

$$\begin{aligned} 611.4\,x + 1056.5\,y &= +\,103.1 \\ 1056.5\,x + 2397.5\,y &= +\,407.0 \\ x &= -\,0.524 \pm 0.110 \\ x &= +\,0.401 \pm 0.056 \end{aligned} \qquad \text{(V).}$$

Trotz der beträchtlichen Unterschiede der Resultate ändert sich die Vorzeichenverteilung, wie sie in der obigen Tabelle unter v_r gegeben ist, nur unmerklich. Die hellen Sterne ergeben eine kleinere Polhöhe als die schwachen, jedoch eine größere Refraktionskonstante. Somit kann eine Verschiebung der Einstellung nach dem einen oder anderen Ende des Spektrums nicht vorliegen und ebensowenig ist die Annahme einer bei den beiden Kategorien von Sternen in verschiedener Größe auftretenden persönlichen Gleichung möglich.

Jedoch bietet die Größenklasse noch kein reines Kriterium für die Wirkung der Dispersion; hinzu tritt noch der Spektraltypus der Sterne oder ihre Farbe. Streng genommen sind also die Sterne nach diesen beiden Eigenschaften zu trennen, aber hierzu reicht das Material nicht aus. Ich habe deshalb eine weitere Ausgleichung vorgenommen, in der ich nur nach der Farbe trennte, wie ich sie in dem neuen Katalog von Osthof mit sieben Ausnahmen angegeben fand. Unter Gruppierung in zwei Kategorien bei 4.1 der Farbenskala ergab sich:

kurzwellige Sterne:	langwellige Sterne:
$x = -\,0.559$	$-\,0.249$
$y = +\,0.378$	$+\,0.283$

Während die Refraktionskonstante für beide Kategorien nahezu gleich ausfällt, zeigt sich in der Polhöhe eine merkliche Differenz, die darauf hindeuten würde, daß bei den kurzwelligen Sternen eine Verlegung des Lichtschwerpunktes nach dem brechbareren Ende des Spektrums stattgefunden hätte, eine Annahme, die immerhin plausibel erscheint, die aber alsdann einen Einfluß der selektiven Absorption ausschließt.

4. Die bisherigen Lösungen haben eine befriedigende Aufklärung über die Vorzeichenfolgen nicht beizubringen vermocht; es verbleibt jetzt nur noch ihre Deutung durch Reste von Instrumentalfehlern und zwar besonders von Teilungsfehlern. Es will mir dünken, daß diese Erklärung nach der Art der Vorzeichenverteilung überhaupt am nächsten liegt und ich glaube wohl bei ihr stehen bleiben zu dürfen. Allenfalls käme noch Biegung in Betracht. Beachtet man aber, daß das größte negative Vorzeichennest auf die *ZD*

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

$0^0/83^0$, also auf die Kombination der vertikalen mit der nahezu horizontalen Stellung des Fernrohrs fällt, und daß sich gerade für diese aus den Kollimatorbeobachtungen ein sehr sicherer kleiner Wert ergeben hat, so ist diese Fehlerquelle kaum wahrscheinlich. Eine Darstellung nach den einfachen trig. Funktionen der ZD wird kein sicheres Resultat erwarten lassen, da die Koeffizienten der Biegung in dem hier in Betracht kommenden Intervall von von $\delta = 45^0$ bis 90^0 zu wenig von einander verschieden sind.

5. Erwähnen muß ich noch, daß sich bekanntlich in Pulkowa und Odessa aus der Anordnung der Beobachtungen nach der AR eine Abhängigkeit der Refraktionskonstanten von dieser und damit von der Jahreszeit ergeben hat. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß hierbei die Temperatur die letzte Ursache ist. Die Anordnung der vorliegenden Beobachtungen nach der AR kann ein klares Bild nicht geben, da sie bei sehr verschiedenen Temperaturen, mehrfach bis zu 20^0 Differenz bei demselben Stern, angestellt sind. Ich habe deshalb von einer solchen Untersuchung abgesehen.

Das Ergebnis der bisherigen Untersuchungen fasse ich dahin zusammen, daß wohl Einflüsse sekundärer Natur auf die Gestaltung der Refraktionskonstanten angedeutet sind, daß sie sich aber ihrer Natur und Größe nach mit aller Bestimmtheit nicht feststellen lassen. Ich muß deshalb die Lösung I als die definitive ansehen. Wenn sie in Bezug auf die Vorzeichenverteilung in der Darstellung nicht völlig genügt, so kann sie nach dieser Richtung hin doch anderen Ergebnissen als durchaus ebenbürtig zur Seite gestellt werden.

Den Tafeln Radaus liegt die auf die Normalnullpunkte: Barometer = 760 mm (0^0), Temperatur = 0^0, Dunstdruck = 6 mm, Polhöhe = 45^0 und Seehöhe reduzierte Besselsche Refraktionskonstante $60''.445$ zu Grunde. Damit ergibt die Lösung I

$$\Delta a = -60''.445 \times 0.00332 = -0''.201$$
$$a'' = 60''.244 \pm 0''.025; \quad a = 0.00029207.$$

Die Polhöhe wurde vorläufig angesetzt zu $+48^0\,12'\,47''.258$; ihre Korrektion beträgt $\Delta\varphi = +0''.193$,
also ist die definitive Polhöhe

$$\varphi = +48^0\,12'\,47''.451 \pm 0''.043 \quad (1897.0).$$

Für den Brechungsexponenten der Luft folgt, da für die obigen Einheiten $c = 0.00029224$ wird, $\mu = 1.00029220$.

Der mittlere Barometerstand für die Beobachtungsperiode ist 737 mm, die Temperatur $+10^0.0$ und der Dampfdruck 7.0 mm.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bei der Diskussion der Faktoren, die zu der Gestaltung der Refraktionsverhältnisse beitragen, haben sich nennenswerte unaufgeklärte Anomalien nicht ergeben. Es zeigte sich vielmehr, daß eine sogenannte Saalrefraktion, Schichtenneigungen oder dergl nicht vorhanden ist, außer bei großen südlichen ZD ($z > 76^0$). Die angesetzte Temperatur — Mittel aus Instrument- und Außentemperatur im Norden — hat sich als richtig erwiesen. Der abgeleitete Ausdehnungskoeffizient der Luft $m = 0.003673$ stimmt vollständig mit dem physikalischen Werte 0.003668 überein. Zur Berücksichtigung des Dampfdruckes kann nur die optische Dichtigkeit in Frage kommen, die physikalische würde auf den Wert $m = 0.003526$ führen. Die Maximal-Intensität des Sternspektrums liegt zwischen den Linien D und E, jedoch näher an D; dieser Stelle entspricht der Brechungsexponent 1.0002922, mit dem also der obige Wert vollständig übereinstimmt. Wenn sich bei anderen Untersuchungen ein kleinerer Brechungsexponent ergeben hat und dieser auf die selektive Absorption der Atmosphäre zurückgeführt wird, so hat bereits Seeliger (Sitzungsb. der math.-phys. Klasse der K. Bayer. Akad. d. Wiss., Bd. 21, 1891) betont, daß die physiologischen Wirkungen der einzelnen Farben sich auf eine verhältnismäßig schmale Zone in Gelb und Grün konzentrieren, die an Wirkung die übrigen Partien im Spektrum weit übertrifft. Von einem Einfluß der selektiven Absorption wird man bei der Einstellung kaum etwas verspüren, wie ja auch die obige Untersuchung ergeben hat.

Das Gesamtergebnis fasse ich dahin zusammen, daß die abgeleitete Refraktionskonstante zu keinerlei Bedenken Anlaß gibt.

VI. Vergleichung mit anderen Resultaten.

In seiner Arbeit „Der Wert der Refraktionskonstante“ (Astr. Nachr. 191, pag. 285) hat de Ball eine Reihe der besten Bestimmungen dieser Konstanten auf gleiches System gebracht und folgende Mittelwerte erhalten:

Pulkowa	60″.138	(5 Bestimmungen, 1842—1902),
Greenwich	60.126	(2 Bestimmungen, 1857/65, 1877/86),
München	60.106	(1891/93, Bauschinger),
Heidelberg	60.161	(1899/1901, Courvoisier),
Odessa I	60.168	(1901/02, Koudriawtzew).

Ich füge hinzu

Odessa II	60.160	(1908/09, Bonsdorff).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

De Ball folgert aus diesen Zahlen, daß die häufiger ausgesprochene Meinung, jeder Sternwarte käme eine eigene Refraktionskonstante zu, durch nichts erwiesen sei. Die Übereinstimmung würde vielleicht noch besser, wenn die verschiedenen Beobachtungsreihen nach einem einheitlichen Verfahren bearbeitet wären. So ist der Polhöhenvariation nur teilweise Rechnung getragen; es sind drei auf verschiedenen Theorien beruhende Refraktionstafeln zu Grunde gelegt; die Temperatur ist in verschiedener Weise berücksichtigt, ebenso der Dunstdruck. Also m. a. W.: Das der obigen Zusammenstellung zu Grunde liegende Material ist sehr wenig homogen.

Aber es müssen auch die Werte nach der Art ihrer Ableitung zu Bedenken Anlaß geben. Die Temperatur spielt bei der Refraktion eine sehr große Rolle; ein Fehler von $\pm 1^0$ bewirkt in der Refraktionskonstanten bereits einen solchen von $\pm 0.''22$. De Ball hat freilich alle Werte auf 0^0 reduziert, aber dieser Nullpunkt ist keineswegs ein absoluter Punkt; er ist abhängig vom Orte und kann innerhalb enger Grenzen bereits stark variieren. Welcher Nullpunkt ist der richtige? Zweifelsohne ist diejenige Temperatur als maßgebend anzunehmen, welche die Beobachtungen in allen ZD und zu jeder Zeit am besten darstellt. Diese ist aber nicht immer angesetzt, weil sie nicht bekannt war. Es hat sich mehrfach als notwendig erwiesen, nachträglich zu der zu Grunde gelegten Temperatur Korrektionen hinzuzufügen, sei es konstante, sei es von der ZD oder von der Zeit abhängige, die dann aber bei der Festlegung des Nullpunktes der obigen Werte nicht berücksichtigt sind.

Gyldén hat für Pulkowa 1845 die äußere Temperatur t angesetzt, dieser aber eine Korrektion $p\ (t-T)$ hinzugefügt, wo p eine Konstante ($= +0.261$) und T die mittlere Tagestemperatur bedeutet. Das sagt aus, daß die mit der äußeren Temperatur berechnete Refraktion noch eine tägliche und vielleicht auch jährliche Periode hatte und es entsteht die Frage, ob nicht in der Umgebung des Instruments ein Punkt vorhanden war, dessen Temperatur eine für jede Zeit befriedigende Darstellung geliefert hätte. Deren Nullpunkt wäre dann für die Bestimmung der Refraktionskonstanten maßgebend gewesen. Mit dem oben angenommenen würde er nur dann identisch sein, wenn $p\ (t-T)$ im Mittel $= 0$ wäre. Ähnliche Erscheinungen haben die Beobachtungen für Pulkowa 1885 und 1900, sowie die beiden Odessaer Reihen ergeben. In Odessa II wird die Amplitude der Tagesperiode auf die Hälfte reduziert bei Benutzung des Assmann-Thermometers, das um $0^0 39$ im Mittel höher zeigt als das benutzte Instrumentalthermometer, und sie verschwindet für das sogenannte Hochthermometer vollständig; die Jahresperiode bleibt allerdings

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

für alle drei Thermometer bestehen. Ponsdorff findet unter Anwendung des Instrumentthermometers $\alpha = 60''.074$. Er sagt dann weiter: In allen anderen Beobachtungsreihen ist stets die Außentemperatur angewandt worden; um unser Resultat mit diesen vergleichbar zu machen, ist α auf diese zu beziehen und damit ergibt sich $\alpha = 60''.160$, ein Resultat, das mit den meisten der modernen übereinstimmt. Diese Schlußfolgerung ist m. E. nicht zulässig, solange nicht erwiesen ist, daß der letztere Wert ebensogut den Beobachtungen genügt, wie der erstere.

Bei Pulkowa 1885 und 1900 erwies es sich als zweckmäßig, an die Ablesung des äußeren Thermometers eine Korrektion $u\ (t_i - t_a)$ anzubringen, wo u Funktion der ZD ist, ähnlich bei Heidelberg, wo aber u sich als konstant ($= +1.2$) erwies. Da sich hier $t_i - t_a = +0^0 36$ im Mittel ergab, ist die Korrektion immerhin von beträchtlicher Größe. Welcher Nullpunkt gilt nun hier für die Refraktionskonstante?

Bauschinger (München) ist es erst nach mehrfachen mühsamen Rechnungen gelungen, ein befriedigendes Resultat dadurch zu erzielen, daß er für die ZD innerhalb der Dachwand statt der äußeren Temperatur die innere setzte, für die der Seitenwände die äußere multipliziert mit $-\operatorname{cotg}^2 z$, einem Faktor, der für größere ZD sehr klein wird. Damit ergibt sich der oben angesetzte Wert von α, der sich auf die Lufttemperatur 0^0 bezieht. Wird aber allen ZD die innere Temperatur zu Grunde gelegt (Lösung X), so ergibt sich $\alpha = 60''.55$. Bauschinger verwirft ihn, obwohl er den Beobachtungen ebensogut genügt, wie der andere Wert, weil er nach den theoretischen Betrachtungen über den Einfluß der inneren Temperatur nicht zulässig erscheint. Aber diesen liegt doch die nicht näher begründete Annahme über den Verlauf der Niveauschichtung zu Grunde! Mir scheint doch, daß hier die Wahl der Refraktionskonstanten sehr unentschieden bleibt.

Was die Zuverlässigkeit des ersten Greenwicher Wertes ($60''.089$) betrifft, so äußert Auwers einen sehr schweren Verdacht (Mittlere Örter von 83 südlichen Sternen für 1875.0, Publ. der Astr. Ges., XVII, pag. 9), der die Greenwicher Beobachtungen in einem sehr bedenklichen Lichte erscheinen läßt. Er sagt, daß man sich auf die Richtigkeit des 1842 angeschafften Newmanschen Thermometers ohne jede Prüfung 16 Jahre lang verlassen zu haben scheint; erst 1856 wird eine Vergleichung mit dem Standard-Thermometer angeführt, nach dieser die Röhre auf der Skala verschoben und $2^1/_2$ Jahre später erfolgt die nächste Vergleichung und ebensoviel später eine weitere. Aber die Ergebnisse dieser Vergleichungen stimmen keineswegs überein, sie sind auch nicht bei der Reduktion der Beobachtungen benutzt. 1877 sind an 17 Tagen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

gleichzeitige Ablesungen des Refraktionsthermometers und des Standard-Thermometers vorgenommen, aber vermutlich haben sich hierbei die Thermometer nicht neben einander befunden, sondern das letztere auf der meteorologischen Station. Eine auf einer solchen Grundlage bestimmte Refraktionskonstante muß als wertlos bezeichnet werden.

Auch der zweite Greenwicher Wert ($\alpha = 60.''164$) verdient kein großes Vertrauen. Ich verweise deshalb auf die ausführliche Besprechung des Ten-year-Kataloges von Oertel (V. d. A. G., Jahrg. 30), der zu dem Schlusse kommt, daß die Greenwicher Poldistanzbestimmungen gegenüber anderen als minderwertig bezeichnet werden müssen.

Weiter reduziert de Ball alle Werte auf den Ausdehnungskoeffizienten der Luft $m = 0.003668$. Auch hiergegen muß ich mich wenden, denn wie ich bereits in Abschnitt IV erwähnt habe, haben die Refraktionsuntersuchungen zum Teil recht abweichende Werte für diese Konstante ergeben, die bis zu 100 und mehr Einheiten der letzten Stelle ansteigen. Der Einfluß von m auf α ergibt sich aus der Relation

$$d\alpha = \frac{\alpha t dm}{1 + mt}$$

wo t die Mitteltemperatur des Beobachtungsortes bedeutet. Nur mit den gefundenen m konnte den Beobachtungen genügt werden; es ist deshalb nicht ohne weiteres zulässig, statt dieses Wertes von m den obigen Normalwert zu setzen. In München und Heidelberg wurden die sich zunächst ergebenden sehr großen Werte von m verworfen und um den Beobachtungen zu genügen, die physikalische statt der optischen Dichtigkeit eingeführt. De Ball aber reduziert die Refraktionskonstanten dieser beiden Reihen wieder auf die optische Dichtigkeit, die damit wohl nicht als die aus den Beobachtungen hervorgehenden angesehen werden können.

Schließlich erwähne ich noch, daß der Dampfdruck nur bei den neuesten Reihen berücksichtigt ist und daß in den meisten Reihen der Faktor $1 + y_1$ (nach Oppolzer) unbeachtet geblieben ist.

Die Werte de Balls bedürfen somit in mehrfacher Beziehung der Revision. Ob dadurch eine weitere Annäherung erzielt wird, läßt sich ohne weiteres nicht übersehen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

VII. Die definitiven Deklinationen für 1900.0.

An die vorläufigen Deklinationen für 1897.0, wie ich sie in dem ersten Teil meiner Arbeit, pag. 207, gegeben habe, sind außer der kleinen Feuchtigkeitskorrektion $c'\pi$ (cf. pag. 29) nach den bisherigen Untersuchungen die Korrektionen anzubringen

$$\Delta\delta = +\Delta\varphi \pm \frac{\Delta a}{a} R(1+y_1) \begin{cases} + \text{ nördlich vom Zenit} \\ - \text{ südlich vom Zenit} \end{cases}$$

$$= -\Delta\varphi - \frac{\Delta a}{a} R(1+y_1) \quad \text{Unt. Kulm.}$$

$$\Delta\varphi = +0''.19, \quad \Delta a = -0''.201.$$

Außerdem habe ich jetzt wegen der bequemeren Vergleichung mit anderen Katalogen die Positionen auf 1900.0 gebracht mit Hilfe der in dem *NFK* gegebenen jährlichen Veränderung (Präc. + *EB*), denen bekanntlich die Newcombsche Präzessionskonstante zu Grunde liegt. Die Anordnung nach der Deklination habe ich beibehalten, da sie ein besseres Urteil über den Verlauf der Differenzen gegen *NFK* und *PGC* gewährt, die in den beiden vorletzten Kolumnen gegeben sind und in dem nächsten Abschnitt einer weiteren Diskussion unterzogen werden.

Die Bedeutung der einzelnen Kolumnen ist ohne weiteres verständlich.

I. Südsterne.

Stern	Gr.	α	δ	Gew.	Gr.-*NFK*	Gr.-*PGC*	Δ
f Puppis	4.7	$7^h\ 33^m$	$-34^\circ 44' 36''.36$	2	+ 0''.28	+ 0''.46	− 0''.88
ε Sagitt.	1.9	18 17	34 25 52.74	3	+ 1.77	+ 2.07	+ 62
α Columb.	2.4	5 36	34 7 37.10	3	+ 1.45	+ 1.44	+ 30
ε Scorpii	2.3	16 43	34 6 40.34	3	+ 1.72	+ 2.03	+ 57
X Eridani	3.3	4 14	34 2 33.17	1	− 0.40	− 0.51	− 1.55
ι Pisc. austr.	4.4	21 39	33 28 54.05	9	+ 1.41	+ 1.30	+ 27
β Fornacis	4.4	2 45	32 49 32.99	11	− 0.02	+ 0.26	− 1.16
ξ Hydrae	3.6	11 28	31 18 14.46	10	+ 0.98	+ 1.06	− 78
Lac. μ Forn.	5.2	2 8	31 11 33.11	13	+ 1.25	+ 1.25	+ 13
α Antliae	4.2	10 22	30 33 29.64	16	+ 1.21	+ 1.40	+ 9
γ Sagitt.	3.0	17 59	30 25 29.81	10	+ 1.34	+ 1.25	+ 22
α Pisc. austr.	1.2	22 52	30 9 7.18	10	+ 0.86	+ 1.00	− 26
ζ Can. maj.	2.9	6 16	30 1 6.88	4	+ 0.96	+ 1.19	− 16
υ' Eridani	4.7	4 30	29 58 5.66	1		+ 1.59	
α Sculpt.	4.1	0 54	29 53 51.26	19	+ 1.34	+ 1.17	+ 22
ι Sculpt.	5.3	0 16	29 32 2.96	11		+ 1.22	
12 Eridani	3.6	3 8	29 22 51.44	16	+ 1.09	+ 0.94	− 2
η Pisc. austr.	5.7	21 55	28 56 0.03	16		+ 0.98	
ε Can. maj.	1.5	6 55	28 50 7.97	7	+ 1.34	+ 1.31	+ 23

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Stern	Gr.	α	δ	Gew.	Gr.-*NFK*	Gr.-*PGC*	Δ
τ Navis	4.2	7h 39m	— 28° 42′ 55.″80	12		+ 0.″83	
δ Sculpt.	4.4	23 44	28 40 59.08	13	+ 0.″88	+ 0.78	— 0.″23
λ Pyxidis	5.3	9 19	28 24 21.15	13		+ 1.15	
ϰ² Sculpt.	5.5	0 6	28 21 22.93	11	+ 1.74	+ 1.49	+ 63
c Sagitt.	4.6	19 57	27 59 14.84	21	+ 1.57	+ 1.79	+ 46
ε Pisc. austr.	4.0	22 35	27 33 53.41	14	+ 1.20	+ 1.41	+ 10
ω Capric.	4.1	20 46	27 17 35.12	31		+ 0.87	
BAC 2453	5.6	12 32	26 35 8.22	24		+ 1.95	
δ Can. maj.	1.9	7 4	26 14 2.96	11	+ 0.80	+ 0.82	— 30
α Scorpii	1.2	16 23	26 12 35.24	31	+ 1.38	+ 1.56	+ 28
π Hydrae	3.4	14 0	26 12 1.06	26	+ 1.35	+ 1.40	+ 25
ϑ Ophiuchi	3.2	17 16	24 53 57.64	27	+ 1.47	+ 1.66	+ 38
ϰ Fornacis	5.4	2 18	24 16 13.09	21	+ 1.35	+ 1.25	+ 25
51 Ophiuchi	5.1	17 25	23 53 6.57	21		+ 0 98	
Br. 2333	6.1	18 32	23 35 23.94	22		+ 1.03	
24 Ophiuchi	6.1	16 51	22 59 28.44	24		+ 0.93	
δ Scorpii	2.3	15 54	22 20 12.42	17	+ 1.60	+ 1.65	+ 51
π Sagitt.	2.9	19 4	21 10 56.41	34	+ 1.19	+ 1.26	+ 10
β Leporis	2.9	5 24	20 50 19.81	31	+ 1.17	+ 1.12	+ 8
Lal. 18817	5.8	9 28	20 40 22.20	50		+ 1.05	
Lal. 24277	6.1	12 58	20 2 46.32	44		+ 0.98	
54 Eridani	5.0	4 36	19 51 47.13	30		+ 0.94	
ι Librae	4.6	15 6	19 24 46.73	43	+ 1.″42	+ 1.37	+ 33
γ Capric.	3.6	21 34	17 6 49.57	26	+ 1.03	+ 1.18	— 5
δ Corvi	2.8	12 25	15 57 30.03	44	+ 1.32	+ 1.43	+ 24
η Ophiuchi	2.4	17 4	15 36 3.23	37	+ 1.00	+ 1.13	— 8
δ Crateris	3.6	11 14	14 14 13.53	59	+ 0.90	+ 1.05	— 18
γ Eridani	3.0	3 53	13 47 33.86	28	+ 0.81	+ 0.80	— 27
ν Aquarii	4.4	21 4	11 46 35.04	51	+ 0.99	+ 1.14	— 8
Br. 2329	5.8	18 29	11 3 17.86	54		+ 1.35	
η Ceti	3.3	1 3	10 42 43.72	53	+ 0.78	+ 0.73	— 29
ζ Ophiuchi	2.6	16 31	10 21 52.22	43	+ 0.57	+ 0.84	— 50
ϰ Virginis	4.2	14 7	9 48 28.76	58	+ 1.15	+ 1.37	+ 8
ε Eridani	3.5	3 28	9 47 47.45	46	+ 0.74	+ 0.74	— 33
ϰ Orionis	2.1	5 43	9 42 17.14	12	+ 1.23	+ 1.34	+ 16
ι Ceti	3.5	0 14	9 22 41.10	40	+ 0.92	+ 0.93	— 15
β Librae	2.5	15 11	9 0 49.51	43	+ 1.04	+ 1.25	— 3
ϑ Aquarii	4.2	22 11	8 16 51.62	58	+ 1.05	+ 1.15	— 2
19 Hydrae	5.9	9 4	8 11 5.38	37		+ 1.14	
τ Orionis	3.7	5 13	6 57 7.52	50	+ 1.21	+ 1.26	+ 14
β Eridani	2.7	5 3	5 12 55.36	23	+ 1.07	+ 1.08	0
ϑ Virginis	4.3	13 5	5 0 17.47	65	+ 1.18	+ 1.36	+ 11
ν Eridani	3.8	4 31	3 33 23.73	31	+ 1.04	+ 1.09	— 3
γ Aquarii	3.7	22 16	1 53 27.70	54	+ 1.19	+ 1.20	+ 12
δ Ceti	3.9	2 34	0 6 9.00	43	+ 1.12	+ 1.13	+ 5
η Virginis	3.7	12 15	0 6 38.79	61	+ 1.09	+ 1.23	+ 2
γ Piscium	3.7	23 12	+ 2 44 10.06	61	+ 1.19	+ 1.23	+ 13
γ Ophiuchi	3.7	17 43	2 44 42 38	58	+ 1.22	+ 1.39	+ 16
ϑ Hydrae	3.9	9 9	2 44 11.54	55	+ 1.07	+ 1.15	+ 1
β Ophiuchi	2.8	17 38	4 36 33.05	78	+ 0.97	+ 1.17	— 9
α Equulei	3.9	21 11	4 50 4.23	59	+ 0.87	+ 0.96	— 19
γ Orionis	1.7	5 20	6 15 34.12	24	+ 1.33	+ 1.36	+ 27

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Stern	Gr.	α		δ	Gew.	Gr.-*NFK*	Gr.-*PGC*	Δ
ω Piscium	3.9	23h	54m	+ 6° 18′ 35″.72	47	+ 0″.95	+ 1″.01	— 0″.11
ζ Hydrae	3.1	8	50	6 19 35.43	63	+ 1.04	+ 1.21	— 2
δ Piscium	4.4	0	43	7 2 27.97	49	+ 1.00	+ 1.97	— 6
χ Leonis	4.8	11	0	7 52 37.15	60	+ 1.14	+ 1.24	+ 8
π Leonis	4.9	9	55	8 31 27.88	53	+ 1.21	+ 1.38	+ 15
o Virginis	4.1	12	0	9 17 19.25	59	+ 1.13	+ 1.24	+ 7
o Leonis	3.8	9	36	10 20 51.28	57	+ 0.83	+ 1.01	— 23
ι Leonis	4.0	11	19	11 4 49.51	59	+ 1.22	+ 1.36	+ 16
α Leonis	1.3	10	3	12 27 22.85	60	+ 1.26	+ 1.39	+ 21
60 Herculis	4.9	17	1	12 52 41.89	55	+ 1.08	+ 1.25	+ 3
ζ Aquilae	3.0	19	1	13 42 54.06	53	+ 1.32	+ 1.50	+ 27
ν Orionis	4.4	6	2	14 46 50.50	38	+ 1.02	+ 1.20	— 3
γ Gemin.	2.0	6	32	16 29 6.23	47	+ 1.32	+ 1.45	+ 27
110 Herculis	4.1	18	41	20 27 3.13	67	+ 1.43	+ 1.70	+ 38
β Herculis	2.6	16	26	21 42 27.58	71	+ 1.07	+ 1.28	+ 2
λ Pegasi	3.9	22	41	23 2 22.71	65	+ 1.22	+ 1.37	+ 17
41 Leon. min.	5.2	10	38	23 42 44.13	53	+ 0.88	+ 1.22	— 17
ζ Leonis	3.4	10	11	23 54 57.68	61	+ 1.04	+ 1.31	— 1
ε Leonis	3.0	9	40	24 14 6.35	60	+ 1.13	+ 1.42	+ 8
ε Gemin.	3.1	6	38	25 13 49.66	50	+ 0.89	+ 1.18	— 16
α Cor. bor.	2.2	15	30	27 3 5.35	60	+ 1.36	+ 1.61	+ 31
ι Gemin.	3.8	7	19	27 59 49.67	48	+ 0.77	+ 1.02	— 28
χ Gemin.	5.1	7	57	28 4 30.30	55	+ 1.00	+ 1.26	— 5
τ Piscium	4.3	1	6	29 33 32.37	54	+ 1.02	+ 0.96	— 3
ϱ Bootis	3.7	14	27	30 48 38.22	69	+ 1.22	+ 1.49	+ 17
42 Leon. min.	5.3	10	40	31 12 33.65	61	+ 0.96	+ 1.24	— 9
ϑ Cor. bor.	4.1	15	29	31 41 48.62	54	+ 1.24	+ 1.36	+ 19
ζ Herculis	2.6	16	37	31 47 2.48	67		+ 1.25	
12 Can. ven. sq.	2.8	12	51	38 51 30.37	70	+ 0.17	+ 0.51	— 88

II. Circumpolarsterne.

Stern	Gr.	α		δ	*OC*	Gew.	*UC*	Gew.	Mittel	Gr.-*NFK*	Gr.-*PGC*	Δ
δ Cygni	2.8	19h	42m	44° 53′	12″.34	72	13″.77	0.4	12″.34	+0″.79	+0″.94	+0″.47
α Cygni	1.3	20	38	44 55	22.77	72	21.91	0.4	22.77	+ 53	+ 60	+ 21
β Aurig.	1.9	5	52	44 56	14.71	55	15.80	0.8	14.73	+ 30	+ 25	+ 1
ψ Urs. maj.	3.0	11	4	45 2	28.26	70	29.35	0.5	28.27	+ 26	+ 39	— 5
φ Herculis	4.0	16	6	45 11	49.31	64	48.84	3	49.29	+ 27	+ 57	+ 3
α Aurig.	1	5	9	45 53	47.11	79	47.86	1	47.12	+ 17	+ 17	— 13
λ Androm.	3.8	23	33	45 54	59.46	64	58.54	1	59.45	+ 81	+ 67	+ 51
ι Herculis	3.6	17	37	46 3	34.31	75	34.54	1	34.31	+ 59	+ 65	+ 29
o′ sq. Cygni	4.3	20	10	46 26	16.72	75	17.52	1	16.73	+ 41	+ 48	+ 10
τ Herculis	3.6	16	17	46 33	5.62	52	6.09	1	5.63	+ 57	+ 71	+ 28
λ Bootis	4.0	14	12	46 32	51.24	78	50.89	1	51.24	+ 56	+ 67	+ 26
δ Persei	3.0	3	36	47 28	4.54	50	5.13	2	4.56	+ 23	+ 20	— 4
ϰ Urs. maj.	3.3	8	57	47 33	7.61	74	7.90	7	7.64	+ 9	+ 13	— 11
o Cassiop.	4.7	0	39	47 44	13.70	71	13.03	7	13.64	+ 25	+ 11	+ 6
26 Lyncis	5.7	7	47	47 49	26.38	61	25.18	3	26.22	+ 7	+ 12	— 19
υ Persei	3.6	1	32	48 7	17.96	70	18.91	6	18.04	+ 30	+ 24	+ 9
χ Urs. maj.	3.8	11	41	48 20	1.89	65	2.39	3	1.91	— 10	+ 9	— 37
ι Urs. maj.	2.9	8	53	48 26	3.85	71	4.60	5	3.88	+ 9	+ 12	— 14

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Stern	Gr.	α	δ	OC	Gew.	UC	Gew.	Mittel	Gr.-NFK	Gr.-PGC	Δ
ϑ Persei	4.1	2h 37m	48° 48′	19″.95	61	20″.38	6	19″.99	+0″.03	+0″.10	—0″.18
π² Cygni	4.3	21 43	48 50	48.34	73	48.40	2	48.34	+ 29	+ 33	0
ι Persei	4.1	3 2	49 13	52.65	57	53.31	3	52.68	— 6	— 4	— 32
ψ′ Aurig.	5.1	6 17	49 20	20.29	64	20.41	4	20.30	— 22	— 10	— 47
α Persei	1.9	3 17	49 30	19.05	58	20.45	4	19.14	— 9	— 4	— 34
7 Lacertae	3.8	22 27	49 46	5.94	74	5.83	8	5.93	+ 18	+ 26	— 2
η Urs. maj.	1.8	13 43	49 48	44.35	76	44.95	5	44.39	+ 11	+ 15	— 14
ϑ Cygni	4.5	19 34	49 59	22.16	70	22.36	4	22.17	+ 47	+ 60	+ 21
φ Persei	4.1	1 37	50 11	5.90	62	6.81	8	6.00	— 3	+ 8	— 21
γ Drac.	2.3	17 54	51 30	2.07	72	2.12	6	2.07	+ 17	+ 33	— 7
ι Cygni	3.9	19 27	51 31	0.02	74	1.21	2	0.05	+ 41	+ 51	+ 11
3 Lacertae	4.5	22 20	51 43	40.58	70	41.01	13	40.65	+ 19	+ 18	+ 5
27 Lyncis	4.6	8 1	51 47	41.94	67	41.22	12	41.83	— 20	— 4	— 36
ϑ Urs. maj.	3.1	9 26	52 7	59.70	71	58.97	11	59.63	+ 11	+ 17	— 7
ψ Cygni	5.0	19 53	52 10	24.27	69	24.11	3	24.26	+ 25	+ 29	— 3
ϑ Bootis	3.9	14 22	52 18	46.54	66	46.50	11	46.53	+ 12	+ 21	— 4
τ Persei	4.0	2 47	52 21	11.59	64	12.00	8	11.64	— 18	— 9	— 39
β Drac.	2.7	17 28	52 22	31.28	62	30.75	23	31.14	0	+ 14	— 2
Gr. 1460	6.3	8 32	53 3	43.54	74	42.91	13	43.45	+ 1	— 3	— 16
γ Persei	3.0	2 57	53 6	53.41	68	53.61	16	53.45	— 12	+ 1	— 24
κ Cygni	3.8	19 15	53 11	2.29	77	2.03	4	2.28	+ 51	+ 59	+ 24
γ Urs. maj.	2.3	11 48	54 15	2.83	66	2.99	10	2.85	+ 16	+ 13	— 3
η Persei	3.8	2 43	55 28	49.55	57	50.40	9	49.69	— 25	— 11	— 47
α Cassiop.	(2.2)	0 35	55 59	20.50	59	20.58	31	20.33	+ 21	+ 18	+ 23
ε Urs. maj.	1.7	12 50	56 30	9.62	72	9.54	16	9.61	+ 30	+ 32	+ 16
Br. 3077	5.8	23 8	56 36	58.52	71	58.06	29	58.38	+ 23	+ 11	+ 6
β Urs. maj.	2.3	10 56	56 55	6.71	60	6.54	19	6.67	+ 15	+ 19	+ 9
δ Urs. maj.	3.4	12 10	57 35	17.64	72	18.09	17	17.73	+ 15	+ 12	0
ζ Cephei	3.4	22 7	57 42	29.73	75	29.26	21	29.64	+ 14	+ 11	+ 2
15 Lyncis	4.6	6 48	58 33	13.74	40	14.15	20	13.88	— 18	— 2	— 20
β Cassiop.	2.2	0 4	58 35	53.38	71	53.74	23	53.47	+ 3	+ 2	— 6
ϑ Drac.	3.8	16 0	58 49	56.15	56	56.91	9	56.26	+ 12	+ 29	— 8
2 Lyncis	4.4	6 11	59 2	49.62	53	50.01	30	49.76	— 19	+ 1	— 19
o Drac.	4.6	18 49	59 15	58.05	72	57.77	8	58.02	+ 34	+ 36	+ 9
ι Drac.	3.2	15 23	59 18	58.85	63	58.90	30	58.86	+ 16	+ 34	+ 13
o Urs. maj.	3.3	8 22	61 3	9.40	70	9.03	24	9.31	+ 4	+ 10	— 7
η Cephei	3.5	20 43	61 27	1.29	67	0.72	39	1.10	+ 18	+ 11	+ 18
4 Cassiop.	5.5	23 20	61 44	1.72	69	1.53	28	1.66	+ 29	+ 16	+ 21
η Drac.	2.7	16 23	61 44	26.04	70	26.27	27	26.11	+ 22	+ 30	+ 14
α Cephei	2.5	21 16	62 9	42.80	78	42.70	40	42.77	+ 35	+ 29	+ 32
20 Cephei	5.7	22 2	62 17	51.79	72	51.63	27	51.75	+ 16	+ 8	+ 6
κ Cassiop.	4.2	0 27	62 22	47.61	63	47.74	40	47.66	+ 8	— 1	+ 9
ϑ Cephei	4.1	20 28	62 39	28.81	74	28.71	38	28.77	+ 35	+ 46	+ 32
12 H. Drac.	5.3	15 45	62 54	31.14	58	31.20	33	31.16	+ 35	+ 29	+ 34
α Drac.	3.4	14 2	64 51	13.84	75	14.13	24	13.91	+ 33	+ 39	+ 20
i Drac.	4.8	13 48	65 13	2.29	63	2.46	22	2.33	+ 24	+ 28	+ 12
ι Cephei	3.5	22 46	65 40	27.42	65	26.78	29	27.25	— 52	— 63	— 59
9 Cam.	4.3	4 44	66 10	22.26	65	22.59	31	22.36	— 22	— 15	— 29
δ Drac.	3.0	19 13	67 29	8.69	69	8.76	9	8.70	+ 47	+ 43	+ 22
Gr. 1308	5.8	7 20	68 40	12.24	62	12.23	44	12.24	+ 15	+ 4	+ 14
λ Drac.	3.6	11 25	69 52	58.73	66	58.72	43	58.73	— 11	— 7	— 13
5 H Cam.	4.5	3 39	71 1	27.36	35	27.13	24	27.27	+ 3	— 4	+ 4

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Stern	Gr.	α	δ	OC	Gew.	UC	Gew.	Mittel	Gr.-NFK	Gr.-PGC	Δ
50 Cassiop.	4.0	$1^h 55^m$	71° 56′	14″.78	52	14″.57	60	14″.67	—0″.15	—0″.18	—0″.06
χ Drac.	3.6	18 23	72 41	22.85	73	22.49	28	22.75	+ 54	+ 48	+ 41
Gr. 1586	6.3	9 49	73 21	18.43	70	18.38	54	18.41	+ 5	+ 7	+ 6
β Urs. min.	2.0	14 51	74 33	51.79	63	51.91	75	51.85	+ 70	+ 75	+ 73
Br. 1147	5.8	8 7	76 3	44.03	74	43.87	44	43.98	— 30	— 26	— 36
γ Cephei	3.3	23 35	77 4	27.57	64	27.39	49	27.48	+ 31	+ 18	+ 30
24 H Cam.	4.6	6 45	77 6	17.14	65	17.44	57	17.28	— 15	— 16	— 14
ζ Urs. min.	4.3	15 48	78 6	7.92	53	8.61	40	8.22	+ 24	+ 30	+ 22
4 H Drac.	5.0	12 7	78 10	18.79	72	19.05	44	18 89	— 2	+ 7	— 8
1 H Drac.	4.3	9 22	81 46	6.89	73	6.65	80	6.77	— 5	— 14	— 2
ε Urs. min.	4.2	16 57	82 12	7.95	61	7.96	47	7.95	+ 15	+ 29	+ 13
δ Urs. min.	4.3	18 6	86 36	47.97	76	48.26	45	48.08	+ 29	+ 47	+ 22
51 H Ceph.	5.2	6 52	87 12	20.36	51	20.02	72	20.22	— 6	— 16	+ 3
α Urs. min.	2.0	1 22	88 46	26.30	77	26.36	78	26.33	— 18	— 16	— 18

VIII. Die Katalogvergleichung.

Nach der Diskussion und rechnerischen Berücksichtigung aller Fehlerquellen besteht die letzte Arbeit des Katalog-Beobachters darin, sein Werk mit anderen Katalogen, insbesondere mit den 3 Fundamentalkatalogen von Auwers, Boss und Newcomb zu vergleichen und er übergibt es mit Befriedigung der Öffentlichkeit, wenn sich beste Übereinstimmung ergibt; je besser diese ist, ein um so größeres Gewicht wird ihm nachher zu teil. Systematische Abweichungen gegen einen FC werden dem Spezialkataloge zur Last gelegt und als Korrektionen desselben bezeichnet, die bezüglich der Deklinationen als $\Delta\delta_\alpha$ zurückgeführt werden auf jährliche Temperatureinflüsse auf das Instrument oder auf die Refraktion, auf vernachlässigte Breitenvariation etc., und als $\Delta\delta_\delta$ auf Reste von Teilungsfehlern, auf Biegung, Refraktion etc.

Eine strenge Analyse dieser Abweichungen läßt sich leider nicht durchführen, besonders in Bezug auf die $\Delta\delta_\delta$, die uns hier mehr interessieren als die $\Delta\delta_\alpha$, die in der Regel nur sehr klein sind. Die Deklinationen der FC sind nicht homogen in dem Sinne, daß etwaige Fehler derselben als einfache Funktionen eines Winkels, z. B. der Zenitdistanz, der Kreisteilung etc., dargestellt werden können. In der Circumpolarsternregion setzen sie sich zusammen aus OC und UC, die mit sehr verschiedenem Gewicht miteinander vereinigt sind; und in der Äquatorregion sind sie Kombinationen aus Beobachtungen auf nördlichen und südlichen Sternwarten, wobei sich etwaige Fehler überdecken. Eine einheitliche Ausgleichung der Abweichungen eines Katalogs gegen einen FC etwa nach dem Ansatze $x + y \cdot F(z)$ oder $x + y\, F(\delta)$, oder

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ihre graphische Darstellung durch einen symmetrischen Kurvenzug wird daher zwecklos sein, weil sie die Natur der Fehler nicht zu erkennen zu geben vermag.

Möge sich der Fehler einer Katalogposition δ zusammensetzen aus einem konstanten Teile x und, wie es wohl am wahrscheinlichsten ist, aus einem von der ZD abhängigen Teile $y \cdot F(z)$, so haben wir

$$\begin{aligned}
\delta_s &= \varphi - z_s - x - y\,F(z_s) && \text{südlich vom Zenit,}\\
\delta_n &= \varphi + z_n + x + y\,F(z_n) && \text{nördlich vom Zenit,}\\
\delta_{uc} &= 180 - \{(\varphi + z_{uc} + x + y\,F(z_{uc})\} && \text{unt. Kulm.}\\
\tfrac{1}{2}(\delta_s + \delta_{uc}) &= 90 - \tfrac{1}{2}\{z_s + z_{uc} + y\,F(z_s) + y\,F(z_{uc})\}\\
\tfrac{1}{2}(\delta_n + \delta_{uc}) &= 90 + \tfrac{1}{2}\{z_n - z_{uc} + y\,F(z_n) - y\,F(z_{uc})\}
\end{aligned}$$

Es geht also in die Beobachtungen, die nur in OC beobachtet sind, sowohl x und y ein, in die Kombinationen aus OC und UC aber nur y. Gehen wir also bei der Katalogvergleichung von der ersten Kategorie zur zweiten über, so muß sich in der Reihe der Differenzen eine Diskontinuität darbieten. Da jedoch den δ_{oc} und δ_{uc} verschiedene Gewichte gegeben werden, so wird in den Mittelwerten $\frac{\delta_{oc} + \delta_{uc}}{2}$ noch ein Rest der Konstanten x enthalten sein in dem Betrage

$$x \cdot \frac{g_{oc} - g_{uc}}{g_{oc} + g_{uc}},$$

also am stärksten bei den Sternen bei dem Übergange, da diese in UC in der Regel nur geringes Gewicht erhalten. Für die polnahen Sterne wird g_{oc} nicht sehr verschieden sein von g_{uc}; hier wird x verschwinden. Für die Circumpolarsterne wird sich also x als eine Funktion der ZD darbieten.

Hiernach sind die Differenzen des Spezialkatalogs gegen einen FC, dessen Positionen wir zunächst als fehlerfrei ansehen wollen, auszugleichen nach den Ansätzen:

1) $\Delta\delta_s = -x - y\,F(z)$ OC, südlich vom Zenit,

2) $\Delta\delta_n = x + y\,F(z)$ OC, nördlich vom Zenit

3) $$\Delta\delta_s' = x\,\frac{g_{oc} - g_{uc}}{g_{oc} + g_{uc}} - \frac{g_{oc}\,y\,F(z_{oc}) + g_{uc}\,y\,F(z_{uc})}{g_{oc} + g_{uc}}$$
(Circumpolarst., südl. vom Zenit in OC).

4) $$\Delta\delta_n' = x\,\frac{g_{oc} - g_{uc}}{g_{oc} + g_{uc}} + \frac{g_{oc}\,y\,F(z_{oc}) - g_{uc}\,y\,F(z_{u})}{g_{oc} + g_{uc}}$$
(Circumpolarst., nördlich vom Zenit in OC).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Betrachten wir hierauf hin die vorliegenden Beobachtungen, so befinden sich in nachfolgender Tabelle, gruppenweise geordnet, ihre Differenzen gegen die 3 *FC*: Auwers-Peters, Boss und Newcomb mit Hinzufügung der jeweiligen Anzahl der Sterne in jeder Gruppe:

Deklination			Gr.-Auw.		Gr.-Boss		Gr.-Newc.		*B—R* Auw.	*B—R* Boss
I	bis	+ 80	5	+ 0.″03	5	+ 0.″06	5	— 0.″02	— 0.″32	— 0.″36
II	+ 80	70	10	+ 13	10	+ 12	10	+ 21	+ 08	00
III	70	65	7	+ 05	7	+ 07	7	+ 05	+ 15	+ 14
IV	65	60	9	+ 13	9	+ 12	9	+ 10	+ 14	+ 25
V	60	55	13	+ 15	13	+ 20	13	0	+ 24	+ 21
VI	55	50	14	+ 10	14	+ 18	14	— 11	+ 34	+ 50
VII	50	48	10	+ 07	10	+ 15	10	+ 01	+ 27	+ 50
VIII	48	45	16	+ 39	16	+ 43	16	+ 23	+ 12	+ 39
IX	44	30	4	+ 90	5	+ 1.17	5	+ 98	— 06	— 02
X	30	20	11	+ 1.07	11	+ 1.30	11	+ 1.06	— 55	— 47
XI	20	10	7	+ 1.15	7	+ 1.31	7	+ 99	— 40	— 32
XII	10	0	12	+ 1.09	12	+ 1.19	12	+ 87	— 17	— 12
XIII	0	— 10	14	+ 1.04	14	+ 1.15	14	+ 80	— 06	— 07
XIV	10	25	13	+ 1.16	20	+ 1.15	13	+ 96	— 22	— 20
XV	25	30	10	+ 1.27	17	+ 1.19	12	+ 1.21	+ 07	+ 06
XVI	>	30	13	+ 1.08	13	+ 1.04	12	+ 1.11	+ 01	+ 03

Da die 3 Fehlerkurven sehr nahe parallel verlaufen, habe ich die Ausgleichung nur für die erste (Gr.-Auwers) vorgenommen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß das von der *ZD* abhängige Glied durch Fehler der Refraktion bedingt wird; ich habe deshalb $F(z)$ gleich der mittleren Refraktion gesetzt, zumal auch die Produkte dieser mit den Gewichten bereits vorlagen. Da es sich nur um eine Überschlagsrechnung handelte, habe ich die Bedingungsgleichungen mit gleichem Gewicht angesetzt. Die Normalgleichungen lauten:

$$10.334\,x + 7.923\,y = +9.311$$
$$7.923\,x + 20.022\,y = +9.816$$
$$x = +0.754, \qquad y = +0.192.$$

Die Darstellung ist in der obigen Tabelle unter *B—R* (Auwers) gegeben und mit den gleichen Werten der Unbekannten auch die für Boss unter *B—R* (Boss). Sie ist nicht befriedigend, weder in Bezug auf Größe der Reste noch auf Vorzeichenverteilung; sie ist schlechter bei Auwers als bei Boss. Die Unbekannte y sagt aus, daß die Refraktionskonstante der vorliegenden Reihe um rund 0.″2 kleiner ist als die dem *FC* zu Grunde liegende; das deckt sich mit anderen Untersuchungsergebnissen. Deshalb unterlasse ich es, statt der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Refraktion die Biegung als Argument einzuführen, zumal voraussichtlich auch hierdurch die Darstellung nicht wesentlich geändert wird. Zur Erklärung von $x = +0''.75$ fehlt leider eine gleich wahrscheinliche Ursache; eine Korrektur der Polhöhe von diesem Betrage ist nach den früheren Untersuchungen ganz ausgeschlossen und zur Annahme anderer konstanter Korrektionen von diesem Betrage fehlt jegliche Unterlage. Es bestätigt sich also hier, was ich bereits zu Beginn dieses Abschnitts ausgesprochen habe, daß eine Ausgleichung in einem Guß nicht zu dem gewünschten Ziele führen kann. Ich habe sie deshalb nach Südsternen und Circumpolarsternen getrennt wiederholt, und zwar jetzt unter Zugrundelegung des ganzen, nicht zu Gruppen zusammengefaßten Materials. Es ergab sich:

1. Südsterne

$$84.0\,x + 107.4\,y = +\ 91.0$$
$$107.4\,x + 243.1\,y = +\ 118.9$$
$$x = +\ 1.052 \pm 0.050$$
$$y = +\ 0.025 \pm 0.029$$

m. F. der Gewichtseinheit: $\varepsilon = \pm\ 0.300$ (ohne Sterne südlicher als -30^0 $\varepsilon = \pm\ 0.232$).

2. Circumpolarsterne

$$37.0\,x - 12.1\,y = +\ 10.0$$
$$-\ 12.1\,x + 8.3\,y = -\ 2.5$$
$$x = +\ 0.325 \pm 0.058$$
$$y = +\ 0.169 \pm 0.126$$

m. F. der Gewichtseinheit: $\varepsilon = \pm\ 0.252$.

Die Darstellung ist bereits in der Tabelle pag. 41 unter Δ gegeben; sie ist nach der Vorzeichenverteilung und nach der Größe der Reste außer bei den tiefsten Südsternen durchaus befriedigend, jedenfalls bedeutend besser als vorhin.

Der Wert von y deckt sich bei den Circumpolarsternen mit dem oben gefundenen Werte, bei den Südsternen nicht; das ist leicht erklärlich, wenn man beachtet, daß mit diesen, wie wir noch sehen werden, in dem FC die Beobachtungen der Südhalbkugel vereinigt sind und daß daher in Bezug auf die Refraktion das Material für diese nicht so homogen angesehen werden kann wie für jene.

Für x eine plausible Erklärung zu geben, ist vor der Hand nicht möglich. Der Unterschied der Lösungen beider Kategorien von Sternen führt auf die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Schlußfolgerung, daß eine auf dieselbe Ursache zurückzuführende Fälschung des Wiener Katalogs nicht vorliegen kann. Es wird kaum möglich sein, eine Funktionsform zu finden, die beiden Kategorien genügt.

Boss hat meinen vorläufigen Katalog bei der zweiten Revision seines Systems benutzt und aus den Abweichungen die Formel abgeleitet (Astr. J. XXIII, pag. 122)

$$\Delta\delta_\delta = -0''.37 - 0''.81 \sin z - 0''.250 \frac{\varrho}{100},$$

wo ϱ die mittlere Refraktion bedeutet. Auch er hält einen Biegungsfehler im Betrage von $-0''.81 \sin z$ für unwahrscheinlich und ist deshalb geneigt, die Differenzen auf die angenommenen Teilungsfehler zurückzuführen, was aber nach meinen früheren ausführlichen Mitteilungen hierüber völlig ausgeschlossen ist. Im übrigen ist mir nicht klar, wie Boss zu der obigen Formel gelangt ist, denn diese ergibt für die Deklination $+45^0$ bis -30^0 die folgenden Werte unter „Formel", denen unter $\Delta\delta_\delta$ die in Boss *FC* gegebenen gegenüber gestellt sind:

δ	Formel	$\Delta\delta_\delta$
$+45^0$	$-0''.42$	$-0''.19$
30	67	85
25	75	1.01
20	83	1.07
15	91	1.05
10	98	98
5	1.04	85
0	1.13	72
-5	1.21	64
10	1.29	59
15	1.37	56
20	1.48	52
25	1.62	46
30	1.84	35

Von einer Übereinstimmung beider Reihen wird man kaum sprechen können. Außerdem erscheint mir auch eine scharfe Trennung von Biegung und Refraktionsfehler kaum möglich zu sein, so lange nicht sehr große *ZD* in Frage kommen.

Aus Gründen, die sich später bei der Vergleichung mit einzelnen Katalogen ergeben, kann ich nicht annehmen, daß die Differenzen gegen die *FC* allein meinen Beobachtungen zur Last zu legen sind; ich sehe mich deshalb veranlaßt, kurz auf die von den *FC* zu erwartende Genauigkeit einzugehen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

IX. Die Fundamentalkataloge.

Bezüglich der Vorgeschichte des *FC* Auwers erinnern wir uns, daß zum Anschluß der Zonenbeobachtungen der *AG* zunächst die sog. Pulkowaer Hauptsterne dienen sollten, das waren 336 nördlich von -10^0 in Pulkowa (Pass. Instr. und Vertikalkreis) für die Epoche 1845 bereits beobachtete und für eine zweite spätere Epoche neu zu bestimmende Sterne bis zur Größenklasse 4.0. Zur Ausfüllung von Lücken wurden 203 schwächere Sterne hinzugefügt — die sog. Zusatzsterne. Außer den Pulkowaer Katalogen benutzte Auwers noch den VII Year Catalogue 1860, den Pariser Catalogue provisoire von 306 Fundamentalsternen und gelegentlich den VI Year, XII Year und New VII Year Catalogue für 1864. Alle diese wurden auf Pulkowa reduziert, d. h. es wurden ihre Differenzen gegen Pulkowa gebildet, diese nach *AR* und Dekl. ausgeglichen und angebracht. So entstand der erste *FC* Auwers (V. d. A. G. IV, 324).

Nach Vollendung des Pulkowaer Katalogs 1865 und der Neureduktion der Bradleyschen Beobachtungen von 1755 durch Auwers konnten zuverlässige Werte für die *EB* abgeleitet werden. Mit Benutzung von noch vier weiteren Katalogen wurde alles auf die neuen Pulkowaer Positionen und auf 1875.0 reduziert. Dem neuen *FC* wurden noch 83 südliche Sterne hinzugefügt. (Publ. d. A. G. XIV. u. XVII.) Für definitiv erachtete Auwers diese Arbeit noch nicht; eine beträchtliche Korrektion würde voraussichtlich das System nicht erfordern, im Äquator sei es um einige Zehntel-Sekunden und im Pulkowaer Horizont um das Doppelte dieses Fehlers zu südlich.

In einer Reihe von Aufsätzen in den Astronomischen Nachrichten hat Auwers sodann seine weiteren Untersuchungsergebnisse über die Verbesserung dieses *FC* niedergelegt. Das Verfahren war kurz folgendes: Es wurden sämtliche Kataloge von Bradley an mit dem *FC* verglichen und aus den Differenzen größtenteils durch einfache graphische Ausgleichung Reduktionstafeln für die $\Delta\alpha_\alpha$, $\Delta\alpha_\delta$, $\Delta\delta_\alpha$ und $\Delta\delta_\delta$ gebildet. Die Positionen sind offenbar mit wenigen Ausnahmen unverändert den einzelnen Katalogen entnommen. Die Werte der Reduktionstafeln sind in passenden Gruppen, meist für zehnjährige Perioden zu Normalwerten vereinigt, unter Erteilung von zunächst willkürlich gewählten Gewichten, und diese einer linearen Ausgleichung unterworfen — offenbar nach der Zeit! Damit ergab sich eine erste Näherung der Verbesserungen des *FC* innerhalb seines Systems. Es waren nunmehr 1. aus den verbleibenden Abweichungen zahlenmäßig Gewichte der Kataloge zu ermitteln,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

2. mit diesen die Normalörter neu zu bilden, 3. diese wiederum auszugleichen und 4. die Verbesserung des Systems selbst anzustreben.

Zur Bestimmung der Korrektionen $\Delta\delta_\delta$ werden 50 Reihen ausgewählt (1821 Bessel bis 1897 München und Wien-Ottakring) und hieraus sechs Normalörter von je 5^0 Ausdehnung in Dekl. gebildet; bei den übergreifenden Zonen der beiden Erdhälften werden an die auf ZD von etwa 60^0 ab fallenden Werte Reduktionen im Verhältnis der in Betracht kommenden Refraktionsbeträge angebracht. Eine erneute Ausgleichung linear nach der Zeit liefert sodann die Reduktionen auf den neuen FC des BJ, der von J. Peters unter Anwendung der Newcombschen Präzessionskonstanten in den Veröffentlichungen des K. Astron. Rechen-Instituts zu Berlin, Nr. 33 herausgegeben ist.

In ähnlicher Weise wie die $\Delta\delta_\delta$ werden die $\Delta\delta_\alpha$ gebildet, die sich aber durchweg als sehr klein ergeben.

Einen anderen Weg schlägt Boss ein (Astr. Journal, XXIII, Nr. 540/41) Er will zur Festlegung des Systems zunächst nur absolute Beobachtungen heranziehen, das sind solche, bei denen Polhöhe und Refraktion durch ausgedehnte Circumpolarsternbeobachtungen genau bestimmt sind. Die strenge Durchführung dieses Kriteriums würde aber die Anzahl der brauchbaren Kataloge sehr vermindern. Aber aus der Vergleichung gleichzeitiger Beobachtungen auf beiden Erdhälften lassen sich zuverlässige Korrektionen der Refraktionen ableiten. Die Polhöhe kann man dann bei den besseren Katalogen als hinreichend gesichert annehmen, und zwar dadurch, daß die beobachteten Deklinationen zu beiden Seiten des Pols die gleichen sind. Ein Rest von Instrumentalfehlern wird trotz aller Bemühungen stets vorhanden sein.

Demgemäß vergleicht Boss 17 Kataloge besonders von Greenwich und Cap paarweise miteinander und leitet für sie Verbesserungen der Refraktionskonstanten ab. Außer diesen werden noch 9 andere Kataloge zur Ableitung des Fundamentalsystems benutzt. Unter Zugrundelegung eines vorläufigen Systems wird weiterhin in gleicher Weise verfahren wie bei Auwers: Die Differenzen gegen dieses werden zonenweise linear nach der Zeit ausgeglichen und damit Verbesserungen des Systems und der EB gewonnen. Das System selbst kann als hinreichend gesichert angesehen werden und der zweite Teil der Aufgabe besteht nunmehr darin, unter Hinzuziehung aller übrigen brauchbaren Kataloge es in sich selbst noch schärfer auszubauen. Durch Vergleichung dieser Kataloge mit dem gewonnenen System wurden zunächst ihre systematischen Fehler abgeleitet, d. h. eine konstante Differenz, ein von $\sin z$ abhängiges Glied und die Verbesserung der Refraktion. Nach Anbringung dieser wird der Prozeß von vorhin wiederholt: Neue Zonengleichungen werden

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

mit dem gesamten Material gebildet, nach der Zeit ausgeglichen etc. So entsteht eine zweite Tafel für die Verbesserungen des Systems in sich und der *EB*. Die Endresultate sind gegeben in dem Preliminary General Catalogue by Lewis Boss.

Der *FC* Newcomb ist entstanden auf Anregung der Pariser Konferenz 1896; es sollten damit die Verschiedenheiten der astronomischen Jahrbücher beseitigt werden. Als Grundlage für die Verbesserungen der Deklinationen diente der Katalog von L. Boss: Declinations of the fixed stars. Im Astr. Journal XVI hatte Newcomb bereits gezeigt, daß dieser von Fehlern $\Delta\delta_a$ nahezu frei sei. Um den Fehler des Systems selbst zu bestimmen, vergleicht Newcomb die Beobachtungen der Planeten Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn mit den von der Theorie geforderten Örtern, wobei er nur die Sterne innerhalb der Zodiacalzone benutzt; als Korrektion des Boss-Systems findet er

$$E = +0''.09 + 0''.42\,T \quad (T \text{ von } 1850 \text{ gezählt}).$$

Die Konstante hält er für sicher, das Zeitglied weniger; deshalb leitet er es auch noch aus den Beobachtungen in Greenwich (1851—86) und Pulkowa (1845—85) ab, und nimmt endgültig an

$$\mathrm{E} = +0''.09 + 0''.38\,T.$$

Aus den Differenzen der einzelnen Kataloge gegen das Boss-System ($C-B$) ergaben sich dann deren absolute Korrektionen, zunächst innerhalb der Zodiacalzone, als dessen Mitte wegen des Vorwiegens der Beobachtungen der Planeten in ihrem nördlichen Teile $\delta = +5^0$ gesetzt wird,

$$J = E - (B-C).$$

Diese Größen sind für die benutzten Kataloge in Tafel A (pag. 193) angegeben.

Um die absoluten Korrektionen für die übrigen δ Zonen zu berechnen, geht Newcomb davon aus, daß erfahrungsgemäß die Polsterne wegen der Kombination von *OC* und *UC* keiner Korrektionen bedürfen, daß also für sie $J = O$ ist. In Ermangelung jeglicher Kenntnisse über den Verlauf von J vom Äquator bis zum Pol nimmt er an, daß dieser proportional mit der Deklination erfolge. Für Sterne südlich vom Äquator bis zum Horizont wird J konstant angenommen. Demgemäß werden die Größen J_δ für alle Kataloge von 5^0 zu 5^0 durch einfache Interpolation gebildet. Fand sich die Korrektion für die Polarsterne zu groß, als daß sie lediglich zufälligen Fehlern zugeschrieben werden konnte, so wurde sie als Fehler der Polhöhe angenommen und zuvor von allen anderen in Abzug gebracht. Die Washington Kataloge

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

und Bradley zeigen im Zenit eine Diskontinuität; sie werden deshalb einer gesonderten Behandlung unterworfen, die an Beispielen näher erläutert wird.

Damit sind die absoluten Korrektionen der einzelnen Kataloge für alle in Betracht kommenden Deklinationen gewonnen. Zieht man von ihnen ihre Differenzen gegen das Boss-System $(C—B)_\delta$ ab, so erhält man die absoluten Korrektionen dieses Systems (von 5^0 zu 5^0), gültig für die jeweilige Katalogepoche

$$E_\delta = J_\delta + (C—B)_\delta.$$

Wir finden sie in Tafel G angeführt. Den einzelnen Katalogen werden nach Abschätzung ihres Wertes Gewichte von 1—10 zuerteilt. Da die Korrektionen jeder Zone als Folgen fehlerhafter EB sich proportional mit der Zeit ändern so werden sie nach dem Ansatze $x + yt$ ausgeglichen, wo x eine konstante Reduktion des Boss-Systems auf das Normalsystem für die Nullepoche ist und y die Korrektion der EB.

Die übrig bleibenden Reste sind $S = E_\delta - (x + yt)$ und die Reduktion jedes einzelnen Katalogs auf das Normalsystem ist

$$\Delta\delta_\delta = J_\delta - S.$$

Damit sind in kurzen Zügen die Grundlagen für die Entstehung der FC gegeben. Sie weichen hinsichtlich der Art ihrer Orientierung zum Äquator von einander ab. Als das wahrscheinlichste System bezeichnet Auwers dasjenige, welches zwischen allen einzelnen unabhängig bestimmten Systemen die Mitte hält und würde festgelegt werden, wenn man alle solche Bestimmungen mit richtigen relativen Gewichten vereinigte. Tatsächlich, so sagt er weiter, ist nur eine Annäherung zu erlangen, weil die Gewichte nur abgeschätzt werden können und weil die Unabhängigkeit nicht immer gewährleistet ist. Indes die Fülle des vorliegenden Materials wird nahezu richtige Mittelwerte verbürgen. Eine Untersuchung über einen etwaigen Systemfehler stellt er nicht an.

Nach der Fehlertheorie ist die Definition von Auwers unzweifelhaft zutreffend, jedoch die Erfahrung bestätigt sie in unserem Falle der $\Delta\delta_\delta$ nicht. Sie setzt voraus, daß die unabhängig bestimmten Systeme sich nur noch um zufällige Fehler unterscheiden, das aber ist keineswegs der Fall; viel größer als jene sind die systematischen Differenzen und es liegt keinerlei Gewähr vor, daß diese in dem Mittel einer großen Materialfülle sich aufheben. Die $\Delta\delta_\delta$ erweisen sich durchweg als Funktionen der ZD, also offenbar gleicher

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Ursachen, als welche hier hauptsächlich Refraktion, Biegung und persönliche Auffassungsfehler in Betracht kommen. Bei der Bissektion vertikaler Strecken verlegen wir den Halbierungspunkt gewöhnlich zu tief; der persönliche Fehler wirkt somit stets in dem gleichen Sinne. Hinreichende Fürsorge seiner Elimination ist nicht immer getroffen. Über Reste von Biegung läßt sich schwer etwas aussagen; möglich ist, daß sie sich in dem Gesamtmittel aufheben. Um so mehr aber sind systematische Refraktionsfehler zu befürchten. Die Refraktionskonstante hat mit der Zeit eine beträchtliche Verkleinerung erfahren. Ist dieser Änderung bei der Herstellung des FC nicht Rechnung getragen, so geht sie als solche und mit einem durch sie bedingten Polhöhenfehler in die Deklinationen und in ihre EB ein, und zwar in verschiedenem Maße bei den Zirkumpolarsternen und bei den Südsternen, und bei diesen wiederum, je nachdem, ob die Beobachtungen nur auf der einen Erdhälfte ausgeführt sind oder ob ihre Resultate Kombinationen der Beobachtungen beider Erdhälften sind. Ein einheitliches Gesetz über den Gang der $\Delta\delta_\delta$ wird sich also nicht feststellen lassen; eine zweifache Diskontinuität wird zu erwarten sein.

Wie weit Auwers hieraufhin die Kataloge einer Korrektur unterzogen hat, habe ich nicht erkennen können; es scheint nicht der Fall zu sein. Ich möchte bei dieser Gelegenheit bemerken, daß die Mitteilungen bei Auwers sowohl wie auch bei Boss und Newcomb zum Teil leider recht knapp gehalten sind, so daß sich weitere Untersuchungen, hieran anknüpfend, nur schwer anstellen lassen. So sagt Auwers, daß er 50 Kataloge für die Ableitung der $\Delta\delta_\delta$ benutzt hat, aber nicht, welche Kataloge. Ich erkenne nicht klar, ob nicht auch relative Bestimmungen, z. B. die Lick-Kataloge, herangezogen sind. Unverständlich ist mir die Bemerkung von Newcomb (a. a. O. pag. 226), daß er absichtlich keine Details gegeben hätte; künftige Astronomen täten besser, eine Rekonstruktion der Arbeit vorzunehmen, als eine Kritik oder Korrektur des vorliegenden Werks.

Betrachten wir uns zunächst bei Auwers die sechs epochenweise gemittelten Reihen der Reduktionen der nördlichen Kataloge auf AGC (Astr. N. 164, pag. 231/32), so zeigen diese ein sehr verschiedenes Verhalten. Die beiden ersten fallen vom Nordpol bis zu -30^0 stetig ab, die dritte Reihe ebenso, aber nur bis zu $+45^0$, dem mittleren Zenit der beteiligten Sternwarten und sehr viel weniger, alsdann werden die Differenzen nahezu konstant, bis bei den südlichsten Sternen wiederum ein geringer Abfall eintritt. Bei den drei letzten Reihen sind die Differenzen, abgesehen von geringen, aber offenbar gesetzmäßigen Schwankungen konstant; nur zeigt sich bei den südlichen Sternen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

wiederum der Abfall wie bei der dritten Reihe. Daß in dieser Region der *AGC* zu südlich sei, hat Auwers selbst schon erkannt (Astr. Nachr. 121, pag. 147). Bedenken wir nun, daß in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts fast ausnahmslos die Tabulae Regiomontanae benutzt sind, mit einer Refraktionskonstanten $a = 60''.440$, die sich um rund $0''.3$ zu groß erwiesen hat, so erklärt sich der Gang in den ersten Reihen vollauf. Es hätten also zunächst die Beobachtungen einer Korrektur bedurft, bevor eine solche an dem *AGC* vorgenommen wurde.

Vergleichen wir weiter die Korrektionen der beiden Erdhälften miteinander, so zeigen sich die folgenden Differenzen im Sinne: Nord—Süd:

$\Delta\delta_\delta$ (N—S).

Deklination	1826/32	1862/63	1876	1886/88	Mittel
+ 40°	+ 0".27	— 0".40	— 0".01	+ 0".52	+ 0".10
35	+ 1	— 41	+ 17	+ 31	+ 2
30	— 20	— 26	+ 30	+ 35	+ 5
25	— 28	— 6	+ 30	+ 41	+ 9
20	— 3	+ 10	+ 51	+ 46	+ 26
15	+ 10	+ 16	+ 51	+ 51	+ 32
10	+ 9	+ 12	+ 39	+ 59	+ 30
5	— 9	+ 3	+ 24	+ 51	+ 20
0	— 11	+ 2	+ 24	+ 43	+ 15
— 5	— 7	+ 11	+ 28	+ 40	+ 18
10	— 10	+ 26	+ 40	+ 36	+ 23
15	— 21	+ 38	+ 51	+ 35	+ 26
20	— 18	+ 43	+ 59	+ 43	+ 32
25	+ 11	+ 50	+ 68	+ 13	+ 36
30	+ 2	+ 61	+ 77	+ 66	+ 52
Mittel	— 0.05	+ 0.13	+ 0.39	+ 0.43	

Auwers hat diese Differenzen für die auf *ZD* von 60° ab fallenden Werte, d. h. für die Deklinationen + 40° bis + 25° und — 10° bis — 30° nach dem Verhältnis der in Betracht kommenden Refraktionen ausgeglichen und für die übrigen einfach Mittelwerte gebildet. Aber diese Deutung dürfte nicht zutreffen. Die $\Delta\delta$ sind hier offenbar aufzufassen als Katalogreduktionen auf *AGC* und demnach sind die Differenzen anzusetzen in dem Sinne

$$\Delta\delta\ (\mathrm{N—S}) = \delta_S - \delta_N.$$

Bei successiver Verkleinerung der Refraktionskonstanten müssen aber die $\delta_S - \delta_N$ kleiner werden und nicht größer, wie es tatsächlich der Fall ist. Auffallen muß auch die Zunahme der Differenzen, denn bei der modernen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Vervollkommnung aller Hilfsmittel wäre auch eine zunehmende Übereinstimmung der Beobachtungen beider Erdhälften zu erwarten gewesen. Bildet man noch die Mittel der vier Epochen nach der Deklination, so zeigt sich in ihnen ebenfalls ein Verhalten, das mit etwaigen Refraktionsfehlern nicht erklärlich ist.

Von besonderer Bedeutung sind diese Differenzen für die Gestaltung der *EB*. Ohne südliche Beobachtungen würden sie, wie man sofort erkennt, positiv größer ausgefallen sein, natürlich nur von $+40^0$ ab, und zwar um so mehr, je weiter man nach Süden fortschreitet. Allerdings wird dieser Einfluß der südlichen Beobachtungen zum Teil wieder gehoben, da in der letzten Reihe (1895) nur nördliche Beobachtungen benutzt sind, die aber wiederum ein abweichendes Verhalten gegen die der vorangehenden Epoche aufweisen.

Ohne näheres Eingehen auf die benutzten Kataloge werden sich alle diese Erscheinungen kaum aufklären lassen; noch viel weniger lassen sich numerische Werte für die Unsicherheiten der Resultate ableiten. Ich komme hierauf noch zurück.

Boss vergleicht, wie gesagt, zunächst nahezu gleichzeitige Kataloge beider Erdhälften mit einander, um sie von Refraktionsfehlern zu befreien. Er nimmt hierbei den Polpunkt des Kreises als durch polnahe Circumpolarsterne hinreichend genau bestimmt an. Ein wunder Punkt der absoluten Beobachtungen liegt aber gerade in diesem Element, d. h. in der Veränderlichkeit des Nadirs in kurzen Intervallen. Außerdem scheint eine gleichgewichtige Fehlerquelle, wie die der Refraktion, noch in der Biegung zu liegen und bei den von Boss besonders benutzten sechs Greenwich Katalogen in den „*D—R* Discordances“, deren Ursache bis heute noch nicht definitiv aufgeklärt ist. Auffallen muß allerdings, daß sich bei der Rechnung von Boss durchweg eine Verbesserung der Refraktionskonstanten ergibt, von rund $-0''.2$ im Mittel, wie sie auch die neueren Untersuchungen erfordern. Von den benutzten 26 Katalogen werden aber nur 17 einer solchen Behandlung unterworfen.

Bei der Art der Wiedergabe der Ergebnisse seiner Rechnungen lassen sich bei Boss nur schwer noch etwa vorhandene Anomalien erkennen. Aber ähnliche systematische Differenzen, wie sie sich bei Auwers zeigten, besonders zwischen den nördlichen und südlichen Katalogen, scheinen hier nicht vorhanden zu sein, wohl infolge der vorangegangenen Kombination beider Arten. Durch diese ist auch offenbar erreicht, daß die schließliche Ausgleichung nach der Zeit nur verschwindende Verbesserungen der *EB* ergibt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bei dieser verschiedenartigen Behandlung nahezu des gleichen Materials ist eine Vergleichung der FC von Auwers und Boss von besonderem Interesse. Sie ist von Benj. Boss für 1910 vorgenommen (Astr. Journ. XXVI); ich setze sie wieder hier an zugleich mit den auf das Mittel der Epochen der benutzten Kataloge reduzierten Differenzen $(B-A)_{1855} = (\Delta\delta_\delta)$.

Systematische Differenzen: Boss-Auwers.

δ	$\Delta\delta_\delta$	$(\Delta\delta_\delta)$	$100\,\Delta\mu_\delta$	δ	$\Delta\delta_\delta$	$(\Delta\delta_\delta)$	$100\,\Delta\mu_\delta$
+ 87°	— 0.″11	+ 0.″07	— 0.″32	— 5°	— 0.″09	— 0.″08	— 0.″03
80	— 9	+ 11	36	10	— 15	— 6	17
75	— 2	+ 5	13	15	— 15	+ 1	29
70	— 1	+ 5	10	20	— 6	+ 5	20
65	— 6	+ 2	13	25	— 4	+ 9	24
60	— 5	+ 6	20	30	— 8	+ 3	20
55	— 7	+ 3	17	35	— 15	— 5	18
50	— 8	— 1	12	40	— 17	— 1	29
45	— 6	— 4	1	45	— 1	— 26	+ 46
40	— 23	— 5	32	50	— 0	— 31	59
35	— 29	— 4	46	55	— 19	— 32	23
30	— 21	— 0	20	60	+ 1	— 31	59
25	— 27	— 4	42	65	+ 18	— 38	101
20	— 24	— 3	38	70	+ 25	— 30	100
15	— 17	— 6	19	75	— 3	— 1	— 2
10	— 16	— 9	12	80	+ 4	+ 3	+ 3
5	— 15	— 11	8	87	— 16	+ 12	— 51
0	— 9	— 9	1				

Sieht man von den südlichen Deklinationen von — 35° an ab, so lassen die reduzierten $(\Delta\delta_\delta)$ das Verhältnis der beiden FC zu einander wesentlich besser erkennen, als die $\Delta\delta_\delta$ (1910). Die ersteren sind nur klein, aber offenbar systematischer Natur; im Mittel sind sie gleich Null. Ich möchte aus ihnen keine Sinuskurve herauslesen, sondern sie als konstant betrachten, und zwar bis zu etwa + 55 bis 60°, der Grenze der nördlichen Circumpolarsterne, = + 0.″05, und bis zu den südlichen Sternen, die auf den nördlichen Sternwarten noch sicher beobachtbar sind, = — 0.″05. Diese geringen Differenzen der beiden Kataloge rühren offenbar daher, daß zu ihnen nicht genau das gleiche Material benutzt ist und daß die Gewichte nicht ganz gleich angesetzt sind.

Ungünstiger liegt die Sache bei den EB, die viel weniger gut übereinstimmen und bei deren Differenzen auch ein systematischer Charakter

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

weniger hervortritt; sie sind freilich außer bei den südlichen Zonen sämtlich negativ, aber sie weisen doch größere Sprünge auf, so besonders zwischen $+45^0$ und $+40^0$, also an jener Stelle, wo die Kombination der Beobachtungen beider Erdhälften einsetzt. Wir haben gesehen, daß bei Auwers und bei Boss diese Kombination in verschiedener Weise durchgeführt ist. Es erscheint mir jedoch unwahrscheinlich, daß sich diese Differenzen allein auf Refraktionsanomalien zurückführen lassen; dagegen spricht auch ihre Größe bei den polnahen Sternen, bei denen, wenn sie in OC und UC beobachtet sind, ein Refraktionsfehler wenig ausmachen würde. Eine Aufklärung wird sich ohne Zurückgehen auf die benutzten Kataloge kaum geben lassen; das aber führt hier zu weit. Es genügt mir hier die Feststellung, daß doch noch erhebliche Differenzen zwischen den beiden FC bestehen, die mit der Zeit noch immer mehr anwachsen werden.

Werfen wir jetzt noch einen Blick auf Newcombs Methode, so bezeichnet er selbst das Zeitglied der Systemkorrektion zunächst der Äquatorzone ($+0.''38\ T$) als sehr unsicher; es lasse sich hierfür nicht einmal der wahrscheinliche Fehler angeben. Da dieses Glied mit vollem Betrage in die EB eingeht, so haftet somit auch diesen von vorneherein eine gleiche Unsicherheit an. Es muß auch als zweifelhaft bezeichnet werden, ob sich Beobachtungen von Planeten, d. h. von mehr oder weniger beleuchteten Scheiben zu dem vorliegenden Zwecke eignen.

Die weitere Annahme Newcombs, daß die absolute Korrektion J für die Äquatorsterne eines Katalogs proportional mit der Deklination verlaufe, muß als unrichtig bezeichnet werden. Daß sie für die polnahen Sterne im allgemeinen gleich Null ist, rührt daher, daß bei diesen, wenn sie in OC und UC beobachtet sind, der Fehler der Polhöhe verschwindet und der der Refraktion nur mit einem sehr geringen Betrage eingeht, ebenso ein etwaiger Biegungsfehler. Entfernt man sich vom Pol, so wird der Einfluß der beiden letzteren größer, aber nicht allein nach Maßgabe der Funktion, mit der sie angesetzt sind, sondern vielmehr noch nach dem Verhältnis der für OC und UC angesetzten Gewichte. Bei dem Übergange zu den nur in OC beobachteten Südsternen zeigt sich sehr häufig eine Diskontinuität in der Fehlerkurve. Der Fehler dieser Annahme geht ebenfalls in die EB ein, denn es ist:

$$E_\delta = (\delta'_C - \delta'_B) + E\frac{90-\delta}{17} - (\delta_C - \delta_B)\frac{90-\delta}{17}$$

wo E_δ = Zonenkorrektion des Boss-Systems ist

$\left.\begin{array}{l}\delta'_C = \text{Katalogposition} \\ \delta'_B = \text{Bossposition}\end{array}\right\}$ für die Deklinationen δ

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

δ_C = Katalogposition
δ_B = Bossposition } für $\delta = +5^0$.

Die E_δ werden nach der Zeit ausgeglichen und bestimmen den Fehler der angenommenen EB.

Eine Vergleichung von Newcomb mit Auwers oder Boss lag nicht vor; es sind nur in dem neuen FC Auwers-Peters im Anhange die Differenzen der einzelnen Sterne gegen Newcomb gegeben. Ich habe diese nach der Deklination für 1900.0 ordnen lassen mit dem folgenden Resultat. (Der Einfachheit halber habe ich zugleich die $\Delta\alpha_\delta$ ausziehen lassen; ich teile sie hier mit, obwohl sie uns jetzt nicht interessieren.)

FC Auwers-Peters (NFK) — FC Newcomb
für 1900.

		n	$\Delta\alpha_\delta$	$100\,\Delta\mu_\alpha$	$\Delta\delta_\delta$	$(\Delta\delta_\delta)$	$100\,\Delta\mu_\delta$
$\delta >$	$+80^0$	10	$+0^s.048$	$+0^s.028$	$-0''.04$	$-0''.22$	$+0''.40$
$+80$ bis	$+75$	24	-54	-30	$+3$	-16	$+42$
75	70	25	-41	-31	$+2$	-17	$+43$
70	65	29	-47	-45	$+6$	-10	$+36$
65	60	27	-21	-24	-4	-18	$+30$
60	55	35	-37	-57	-21	-19	-5
55	50	20	-31	-82	-20	-15	-12
50	45	29	-26	-54	-12	-15	$+7$
45	40	34	-18	-32	-15	-8	-16
40	35	33	-09	-08	-6	-12	$+13$
35	30	27	-10	$+1$	-3	-16	$+28$
30	25	33	-11	-9	-6	-7	$+3$
25	20	30	-6	-1	$+2$	-10	$+27$
20	15	28	-4	$+11$	-8	-7	-2
15	10	26	-2	$+14$	-10	-7	-7
10	5	33	-5	$+6$	-14	-14	$+1$
5	0	24	-2	$+9$	-25	-13	-26
0	-5	30	-2	$+9$	-30	-16	-31
-5	10	25	-4	$+1$	-15	-9	-12
10	15	23	-3	$+10$	-19	-16	-6
15	20	28	$+8$	$+12$	-22	-23	$+2$
20	25	24	$+7$	$+15$	-34	-20	-31
25	30	23	$+3$	$+40$	0	-28	$+63$
30	35	16	$+18$	$+62$	$+9$	-17	$+57$
35	40	18	-20	-45	-2	-12	$+22$
40	45	22	-29	-61	$+8$	$+2$	$+12$

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

		n	$\Delta\alpha_\delta$	$100\,\Delta\mu_\alpha$	$\Delta\delta_\delta$	$(\Delta\delta_\delta)$	$100\,\Delta\mu_\delta$
— 45	— 50°	17	+ 0ˢ.005	+ 0ˢ.020	+ 0″.15	— 0″.04	+ 0″.42
50	55	13	— 2	+ 81	+ 20	— 13	+ 66
55	60	16	+ 22	+ 21	+ 13	+ 18	— 11
60	65	16	+ 52	+ 134	+ 15	— 15	+ 66
65	70	12	— 8	+ 87	— 17	+ 14	— 69
70	75	5	+ 75	+ 311	— 17	+ 10	— 60
75	80	10	+ 23	+ 201	— 17	— 49	+ 70
> — 80		12	+ 186	+ 127	+ 3	— 6	+ 15

In den $(\Delta\delta_\delta)$ 1855 tritt auch hier wiederum der systematische Unterschied in den Deklinationen der beiden Kataloge sehr viel deutlicher hervor als in den $\Delta\delta_\delta$ 1900. Er ist bis zu $\delta = -30^0$ nahezu konstant, $= 0''.15$, also viel größer als bei Auwers-Boss; für Boss-Newcomb steigt er sogar auf $-0''.20$. Zu einem Teil erklärt er sich durch die Systemkorrektion Newcombs. Bemerkenswert ist, daß die Differenz für die zehn dem Nordpol nahen Sterne nicht, wie Newcomb annimmt, verschwindet, sondern sogar für die nördliche Halbkugel ihr Maximum erreicht.

War schon die Übereinstimmung der EB zwischen Auwers und Boss nicht besonders, so ist sie hier noch schlechter; von einem systematischen Charakter kann man überhaupt nicht mehr sprechen. Allerdings muß man bei solchen Vergleichungen vorsichtig sein, denn ihre Resultate können durch einzelne stark herausspringende Werte sehr beeinflußt werden, und deren sind mehrere vorhanden. So habe ich z. B. den Stern B Centauri ($\alpha = 11^h 46^m 9^s$) gestrichen, denn bei ihm ist $A - N = -9''.14$. Für μ_δ gibt

Auwers	— 4″.61
Boss	0.00
Newcomb	+ 4.53.

Vielleicht liegt bei dem ersten oder letzten ein Vorzeichenfehler vor. Als stark von einander abweichend führe ich die EB an:

Nr. (nach Auwers-Peters)		Auwers	Boss	Newcomb
20	δ Andr.	— 8″.37	— 8″.6	— 9″.69
43	τ Pisc.	— 4.14	— 3.8	— 2.86
61	ε Sculpt.	— 7.48	— 5.7	— 5.13
112	ι Persei	— 7.92	— 8.0	— 9.87
127	ε Erid.	+ 1.08	+ 1.3	+ 2.52
132	o Pers.	— 1.69	— 2.4	— 2.94
138	5 H Cam.	— 3.99	— 3.6	— 5.65
140	τ^6 Erid.	— 51.96	— 52.3	— 48.17
165	1 Cam. sq.	+ 0.02	— 0.5	+ 1.73

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Nr. (nach Auwers-Peters)		Auwers	Boss	Newcomb
217	γ Leporis	— 37.″64	— 37.″6	— 35.″28
240	ζ Can. maj.	+ 0.38	+ 0.1	— 2.35
249	ξ^2 Can. maj.	+ 1.33	+ 1.3	+ 3.48
298	Puppis 205 G.	— 34.27	— 33.9	— 31.94
310	Br. 1147	+ 1.70	+ 1.2	— 0.75
410	ν Hydrae	+ 19.46	+ 19.3	+ 21.07
536	Gr. 2125	+ 1.86	+ 1.9	— 0.30
774	α Delph.	— 0.62	— 0.8	+ 1.67
782	6 H Ceph.	— 23.42	— 23.2	— 21.72

Es ist klar, daß so große Differenzen einen großen Einfluß auf die Zonen-Mittelwerte ausüben. Aus den drei Reihen geht noch hervor, daß etwaige Unsicherheiten der *EB* offenbar auf Rechnung von Newcomb zu setzen sind. Nach allem folgt also, daß der *FC* Newcomb nicht das gleiche Vertrauen verdient, wie die beiden anderen *FC*, wie ja auch schon in Bezug auf die *AR* von anderer Seite festgestellt ist (vgl. Fr. Cohn, Astr. Beob. Königsberg, Abt. 42, pag. 45).

Fassen wir jetzt das Gesamtresultat zusammen, so geht es dahin, daß wenn auch 1855 nahe Übereinstimmung der beiden *FC* von Auwers und Boss bestanden hat, wir jetzt schon zufolge der den *EB* noch anhaftenden Unsicherheiten im Mittel mit Differenzen von mehreren Zehntel-Sekunden rechnen müssen. Wie weit sich hierzu noch ein absoluter Orientierungsfehler addiert, läßt sich schwer feststellen. Daß ein solcher von merklichem Betrage vorhanden sein muß, erfährt man, wenn man Kataloge der jüngsten Zeit mit einander vergleicht.

X. Vergleichung mit einzelnen Katalogen.

In Betracht kommen zunächst die früher bei der Diskussion der Refraktion bereits mehrfach erwähnten Kataloge, München 1892 (Bauschinger) und Heidelberg 1900 (Courvoisier), da sie nach gleichen Gesichtspunkten und mit nahezu gleichen Instrumenten angestellt sind und nördlich vom Zenit durchweg die gleichen Sterne enthalten. Ich gebe deshalb die Vergleichung in extenso, wobei für Bauschinger das definitive System *M'* angesetzt ist.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Südsterne. 1900.

	Gr.			Gr.-*B*	Gr.-*C*
γ Sagittarii	— 30°	25′	29.″81	+ 0.″26	+ 0.″64
α Pisc. austr.	30	9	7.18	— 23	— 17
12 Eridani	29	22	51.44	+ 64	+ 30
ε Can. maj.	28	50	7.97	+ 81	+ 44
δ Can. maj.	26	14	2.96	+ 41	+ 65
ϑ Ophiuchi	24	53	57.64	— 10	+ 83
δ Corvi	15	57	30.03	+ 57	+ 1.37
η Ophiuchi	15	36	3.23	— 17	+ 79
η Ceti	10	42	44.58	— 38	+ 86
ε Eridani	9	47	47.45	— 08	+ 33
κ Orionis	9	42	17.14	+ 59	+ 1.28
β Librae	9	0	49.51	+ 13	+ 1.10
β Eridani	5	12	55.36	+ 02	+ 92
ϑ Virginis	5	0	17.47	+ 41	+ 1.13
η Virginis	0	6	38.79	+ 48	+ 1.16
γ Piscium	+ 2	44	10.06	+ 24	+ 1.19
ϑ Hydrae	2	44	11.54	+ 16	+ 95
γ Ophiuchi	2	44	42.38	+ 43	+ 1.18
α Equulei	4	50	4.23	+ 33	+ 1.19
γ Orionis	6	15	34.11	+ 73	+ 1.05
ω Piscium	6	18	35.72	+ 15	+ 1.54
δ Piscium	7	2	27.97	+ 05	+ 1.31
o Virginis	9	17	19.25	+ 37	+ 74
o Leonis	10	20	51.28	+ 34	+ 88
ι Leonis	11	4	49.51	+ 77	+ 1.19
α Leonis	12	27	22.85	+ 76	+ 1.41
ζ Aquilae	13	42	54.06	+ 52	+ 1.49
γ Gemin.	16	29	6.23	+ 95	+ 1.47
α Cor. bor.	27	3	5.35	+ 1.05	+ 1.24

Circumpolarsterne.

	Gr.			Gr.-*B*	Gr.-*C*
δ Cygni	— 44°	53′	12.″34	+ 0.″33	+ 1.″04
α Cygni	44	55	22.27	+ 03	+ 1.04
β Aurig.	44	56	14.73	— 03	+ 1.43
ψ Urs. maj.	45	2	28.27	— 40	+ 37
φ Herculis	45	11	49.29	— 28	+ 48
α Aurig.	45	53	47.12	— 40	— 06
ι Herculis	46	3	34.31	+ 05	+ 39
λ Bootis	46	32	51.24	— 20	+ 09
τ Herculis	46	33	5.63	+ 12	+ 28
δ Persei	47	28	4.56	— 37	+ 32
κ Urs. maj.	47	33	7.64	— 35	— 21
o Cassiop.	47	44	13.64	— 13	+ 13
υ Persei	48	7	18.04	+ 03	+ 04
χ Urs. maj.	48	20	1.91	— 12	— 48
ι Urs. maj.	48	26	3.88	— 40	— 03
ϑ Persei	48	48	19.99	— 61	— 24
π^2 Cygni	48	50	48.34	— 27	+ 28

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

	Gr.			Gr.-*B*	Gr.-*C*
ι Persei	— 49°	13′	52″.68	— 0″.45	— 0″.43
ψ′ Aurig.	49	20	20.30	— 42	— 31
α Persei	49	30	19.14	— 60	— 13
7 Lacertae	49	46	5.93	— 11	+ 26
η Urs. maj.	49	48	44.39	+ 03	— 07
ϑ Cygni	49	59	22.17	+ 15	+ 65
φ Persei	50	11	6.00	— 32	— 13
ι Cygni	51	31	0.05	+ 19	+ 47
3 Lacertae	51	43	40.65	— 26	+ 42
27 Lyncis	51	47	41.83	— 42	— 34
ϑ Urs. maj.	52	8	59.63	— 54	— 21
ϑ Bootis	52	18	46.53	— 15	+ 20
τ Persei	52	21	11.64	— 53	— 26
β Drac.	52	22	31.14	— 13	— 03
γ Persei	53	6	53.45	— 35	— 07
γ Urs. maj.	54	15	2.85	— 23	— 04
η Persei	55	28	49.69	— 65	— 34
α Cassiop.	55	59	20.33	+ 03	+ 51
ε Urs. maj.	56	30	9.54	— 17	— 13
β Urs. maj.	56	55	6.54	— 41	— 25
δ Urs. maj.	57	35	18.09	+ 26	+ 25
ζ Cephei	57	42	29.26	— 45	— 24
15 Lyncis	58	33	14.15	— 01	— 23
β Cassiop.	58	35	53.74	+ 06	+ 12
ϑ Drac.	58	49	56.91	+ 90	+ 55
2 Lyncis	59	2	50.01	— 10	— 05
ι Drac.	59	18	58.90	+ 35	+ 07
o Urs. maj.	61	3	9.03	— 37	— 65
η Cephei	61	27	0.72	— 27	— 07
η Drac.	61	44	26.27	+ 17	+ 32
α Cephei	62	9	42.70	+ 16	+ 84
ϑ Cephei	62	39	28.77	+ 20	+ 62
α Drac.	64	51	13.91	— 01	+ 10
ι Cephei	65	40	27.23	— 81	— 48
9 Cam.	66	10	22.37	— 65	— 37
δ Drac.	67	29	8.70	+ 68	+ 39
λ Drac.	69	52	58.73	— 32	— 54
5 H Cam.	70	1	27.27	— 53	+ 06
50 Cassiop.	71	56	14.67	— 83	— 55
χ Drac.	72	41	22.75	+ 17	+ 41
β Urs. min.	74	33	51.85	+ 39	— 07
γ Cephei	77	4	27.48	— 25	+ 32
24 H Cam.	77	6	17.28	— 43	— 51
ζ Urs. min.	78	6	8.22	+ 15	+ 22
1 H Drac.	81	46	6.77	— 10	—
ε Urs. min.	82	12	7.95	+ 26	—
δ Urs. min.	86	36	48.08	+ 39	+ 26
α Urs. min.	88	46	26.33	— 17	— 11

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

In Gruppen vereinigt, ergibt sich:

δ		n	Gr.-Bauschinger	Gr.-Courvoisier
bis	— 30°	8	+ 0.″27	+ 0.″61
— 11° bis	0	7	+ 17	+ 0.97
0	+ 16	14	+ 49	+ 1.20
+ 45	50	24	— 20	+ 0.20
51	60	19	— 19	— 0.01
61	70	10	— 12	— 0.02
71	80	7	— 19	— 0.02
81	89	4, 2*	+ 10	+ 0.08

* 4 Sterne bei Bauschinger, 2 bei Courvoisier.

Wie aus der Diskussion der Refraktion hervorgeht, ist das Material der drei Reihen nicht völlig gleichartig; vor allem ist der Dampfdruck in verschiedener Weise in Rechnung gestellt. Außerdem sind bei der Münchener Reihe keine Teilungsfehler angebracht. Wie weit hierdurch die obigen Differenzen beeinflußt werden, kann nur durch eingehende Nachrechnung festgestellt werden. Es ist nicht ausgeschlossen, daß hierdurch die jetzt schon geringen Differenzen Gr.-Bauschinger weiterhin reduziert werden. Sie zeigen offenbar systematischen Charakter; sie sind für die Südsterne positiv, für die Nordsterne negativ. Leider läßt sich nicht entscheiden, ob das Anschwellen der Differenz vom Süden gegen das Zenit weiterhin anhält, da das Vergleichsmaterial fehlt. Bemerkenswert ist jedenfalls, daß das System M' gegen die FC nahezu das gleiche Verhalten zeigt, wie das vorliegende und namentlich bei den Südsternen in dem gleichen Sinne stark von ihnen abweicht. Auwers gibt in seinen Reduktionstafeln nur das vorläufige System M Bauschingers. Freilich sind für dieses die Reduktionen kleiner, aber für die weitere Praxis kommt es doch wohl kaum in Betracht.

Im Anschluß hieran will ich kurz auf den Katalog München 1900 (Oertel) eingehen, der auch eine Reihe von absoluten Deklinationsbestimmungen von FC Sternen bringt, diesen aber die Bauschingersche Refraktionskonstante zu Grunde legt, jedoch mit dem Unterschiede, daß hier überall die äußere Temperatur angesetzt ist, während nach Bauschinger für die das Saaldach passierenden Lichtstrahlen (bis zur ZD 60°) die innere Temperatur zu wählen ist. Es entsteht dadurch ein systematischer Unterschied im Betrage von rund $(t_i - t_a)$ m. R. mit dem entsprechenden Vorzeichen für Südsterne und Nordsterne in OC und UC. Ob Oertel die optische Dichtigkeit der Luft oder, wie Bauschinger, die physische wählt, habe ich nicht ersehen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

können. Teilungsfehler sind ebenfalls nicht angebracht. Eine Vergleichung mit dem *NFK* hat Oertel bereits ausgeführt; ich setze seine Resultate im Auszuge hierher:

δ	Oertel - *NFK*	Gr. - Oertel
— 20°	+ 0.″23	—
10	+ 9	—
0	— 2	—
+ 10	+ 6	—
20	+ 25	—
30	+ 41	—
40	+ 35	—
45	+ 53	— 0.″17
50	+ 32	— 32
55	+ 23	— 12
60	+ 16	— 32
70	+ 42	— 54
80	+ 20	—
85	+ 7	+ 1

Auch diese Reihe weist für die südlichen Zenitsterne eine starke positive Differenz gegen *NFK* auf, die bei Annäherung an den Äquator verschwindet, bei Anwendung der inneren (um im Mittel + 1.°3 höheren) Temperatur jedoch auf rund + 0.″3 steigen würde. Nördlich vom Zenit fällt die Kurve stark ab, um bei $\delta = +70^0$ vorübergehend wieder anzusteigen, ähnlich wie bei Bauschinger (*M'*). Durch die erwähnte Änderung der Refraktion werden sich die Differenzen etwas verringern.

Bei Gr.-Oertel ist südlich vom Zenit wegen mangelnden Materials ein Vergleich nicht möglich, nördlich vom Zenit besteht nahezu Übereinstimmung mit Gr.-Bauschinger, außer bei $\delta = +70^0$.

Ein wesentlich anderes Bild bietet die Kurve Gr.-Courvoisier dar. Bei den Circumpolarsternen besteht volle Übereinstimmung; Fehler der Polhöhen fallen hier ja auch fort, solche der Refraktion sind belanglos. Bei den Südsternen hingegen deckt sich Courvoisier mit *NFK*, und zwar, wie Courvoisier selbst bereits festgestellt hat, so vorzüglich, daß die Differenz im Mittel nur 0.″03 beträgt, also sogar wesentlich kleiner ist, als die zwischen *FC* Auwers und Boss. Da beiden Katalogen sehr verschiedene Refraktionselemente zu Grunde liegen, muß man aus diesem so günstigen Resultat schließen, daß ihre Einflüsse, vielleicht in Verbindung mit noch anderen etwa vorhandenen Fehlerquellen, sich vollständig eliminiert haben, sei es infolge von Zufall oder aus anderen Gründen. Um es vorweg zu sagen, ist der Katalog von Courvoisier

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

von allen neueren Katalogen der einzige, der eine so vollkommene Übereinstimmung mit *NFK* besitzt.

Die Pulkowaer Kataloge, zu denen ich jetzt übergehe, sind auf Grund ihrer Anzahl und ihrer stets streng den absoluten Charakter wahrenden Herstellung für die *FC* von besonderer Bedeutung gewesen; sie haben allen anderen gegenüber deshalb auch erhöhtes Gewicht erhalten. Und doch weisen sie zum Teil beträchtliche Differenzen gegen jene auf, wie die folgende Tabelle erkennen läßt:

Pulkowa — *FC* Boss.

δ	1845	1855	1865	1875	1885	1892	1900
+ 85°	0.″00	+ 0.″26	0.″00	+ 0.″05	0.″00	—	+ 0.″06
75	0	+ 3	0	+ 5	— 2	— 0.″15	+ 8
65	— 10	0	0	+ 2	— 5	— 2	+ 11
55	— 21	— 25	— 11	— 7	— 4	+ 12	+ 13
45	— 26	— 18	— 26	— 9	— 5	+ 9	+ 17
35	— 36	— 41	— 24	— 9	— 14	+ 4	+ 39
25	— 35	— 12	— 24	— 0	— 22	+ 7	+ 35
15	— 33	— 41	— 36	— 9	— 25	+ 9	+ 25
5	— 35	— 35	— 33	— 13	— 24	+ 10	+ 20
— 5	— 42	— 32	— 40	— 10	— 19	+ 11	+ 21
— 15	— 53	— 57	— 54	— 43	— 6	+ 22	+ 37

1875 ist mit den übrigen nicht direkt vergleichbar, da er mit dem Pulkowaer Meridiankreise beobachtet ist, die anderen hingegen mit dem Ertelschen Vertikalkreise. Es bestehen zwischen ihnen offensichtlich starke systematische Differenzen, die einen Gang nach der Zeit andeuten und vermuten lassen, daß die *EB* von Boss nicht völlig fehlerfrei sind.

Die letzten drei Kataloge hat Backlund einer eingehenden Diskussion unterworfen (Mitt. d. Nikolai-Hauptsternwarte Nr. 61. 1914). Er erhält wohl eine bessere Übereinstimmung durch die Annahme eines konstanten Pointierungsfehlers, was er jedoch nicht für zulässig erachtet. Er führt deshalb ein dem Sinus der doppelten *ZD* proportionales Glied in die Bedingungsgleichungen ein, auch für 1865, und findet, daß sich für 1900 ein solches Glied nicht ergibt, wohl aber für 1865 und 1885 im Betrage von rund — 0.″3. Aber er legt auch diesen Werten keine so große Bedeutung bei. „Es scheint somit konstatiert, daß der Zustand des Instruments, eventuell der lokalen Refraktion, während der Beobachtungen 1865 und 1885 ein anderer war, als 1892 und 1900.“

Da die *FC* nur die Kataloge bis 1885 benutzen konnten, würden ihre Deklinationen bei weiterer Ausdehnung zu vergrößern sein, zum Teil um

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

mehr als 0.″5; ich komme hierauf noch zurück nach Besprechung der mit den Pulkowaer Katalogen nahe verwandten Odessaer Kataloge, die mit den Folgerungen, die sie gezeitigt haben, hier von großem Interesse sind.

Sie sind beobachtet mit dem Repsoldschen Vertikalkreise, der erste 1901 von Koudriawtzew, der zweite 1908—09 von Bonsdorff. Ich habe sie bei der Besprechung der Refraktion bereits erwähnt und dort festgestellt, daß ihre Ergebnisse mit anderen neueren durchaus im Einklang stehen. Der absolute Charakter ist in beiden Arbeiten ebenfalls durchaus gewahrt und sie geben zu keinerlei Bedenken Anlaß. Auch das einfache Biegungsglied $b \sin z$ wurde in die Bedingungsgleichungen eingeführt und gefunden:

$$\text{bei } K \text{ zu } b = +0.''040 \pm 0.''010$$
$$B \quad = -0.001 \pm 0.013.$$

Was aber an diesen Katalogen auffällt, sind ihre starken Differenzen gegen die *FC* und damit auch gegen die Pulkowaer Kataloge. Die Vergleichung mit *NFK* von *K* und *B* setze ich hierher, wie sie von den beiden Beobachtern gegeben sind:

Vergleichung der Odessaer Kataloge mit *NFK*.

Odessa 1900 — *NFK*			Odessa 1910 — *NFK*	
δ			δ	
+ 90°	bis + 80°	+ 0.″08	+ 87°	+ 0.″05
80	70	+ 23	75	+ 9
70	60	+ 32	67	+ 15
60	50	+ 44	61	+ 46
50	40	+ 46	56	+ 64
40	30	+ 42	47	+ 86
30	20	+ 52	26	+ 1.28
20	10	+ 70	9	+ 1.47
10	0	+ 78	− 11	+ 1.66
0	− 10	+ 87	− 28	+ 2.40
− 10	20	+ 1.10		
− 20	30	+ 1.43		

Ich bemerke, daß Bonsdorff die spezielle Aufgabe verfolgte, die bereits großen Differenzen von Koudriawtzew aufzuklären; aber das Gegenteil trat ein, bei ihm ergaben sie sich noch größer und zwar in beiden Fällen in dem gleichen Sinne wie München 1892 und Wien — Ottakring 1896.

Hieraufhin ist der Repsoldsche Vertikalkreis nach Pulkowa überführt zur Ermöglichung einer unmittelbaren Vergleichung mit dem Ertelschen Vertikalkreise. Diese ist ausgeführt wiederum von Bonsdorff und von Semenoff,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

1910—12, und die Resultate sind von Backlund einer eingehenden Diskussion unterworfen, die ich hier, soweit sie uns interessiert, wiedergebe:

1. Es besteht eine systematische Differenz für südliche ZD zwischen Meridiansaal und Südturm. Die Ursache liegt in dem ersteren. Hiernach haben die in diesem südlich vom Zenit bestimmten Deklinationen folgende Korrektionen zu erhalten:

δ		δ	
+ 55°	— 0.″02	+ 15	+ 0.″48
45	+ 0.05	5	+ 0.38
35	+ 0.30	— 5	+ 0.28
25	+ 0.33		

und zwar unter Annahme der Temperatur am Instrument; für das im Mittel um 0°9 R niedrigere äußere Thermometer wird die Korrektion noch größer.

2. Für die allerdings unter den beiden Beobachtern weniger gut übereinstimmenden nördlichen ZD ergibt sich im Mittel keine Differenz der beiden Beobachtungsräume.

3. Die Beziehung zwischen den beiden Vertikalkreisen läßt sich durch die Formel darstellen

$$\text{Ertel} = \text{Repsold} + 0.''64 \sin 2z.$$

Der größte Teil des Koeffizienten fällt wahrscheinlich dem Repsoldschen Kreise zur Last; dieses ist durch die Beobachtungen näher zu untersuchen.

4. Deshalb sind 28 Sterne der Odessaer Liste Bonsdorffs in Pulkowa (Südturm) neu beobachtet. Außer der Verbesserung der Refraktion und einer Konstanten führt Backlund noch das Glied $c \sin 2z$ in die Bedingungsgleichungen ein, die gruppenweise durch ein Näherungsverfahren aufgelöst werden. Für die beiden ersten Unbekannten ergibt sich Null, für die dritte $c = +0.''44 \pm 0.''23$ (w. F.). Aber diesen Wert bezeichnet Backlund als recht unsicher.

Zu Grunde gelegt sind die Pulkowaer Refraktionstafeln.

5. Die beiden Odessaer Reihen (1900 und 1910) werden von neuem behandelt, jetzt ebenfalls unter Einführung des Gliedes $c \sin 2z$ außer Refraktion und Polhöhe. Die Auflösung erfolgt wiederum gruppenweise durch Näherungsverfahren, da die Verbesserung der Refraktion und c sich nicht sicher von einander trennen lassen. Es folgt

$$c = +0.''60 \ (1900) \text{ und } c = +0.''50 \ (1910).$$

6. Das Endergebnis faßt Backlund dahin zusammen, daß das Repsoldsche Instrument mit einer Art Biegung oder Deformation behaftet ist, die sich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

recht gut darstellen läßt durch $c = +0''.50 \sin 2z$. Es ist aber auch möglich, daß wir es hier mit einer anderen Funktion zu tun haben.

7. Für die Polhöhe von Odessa findet sich:

nach Backlund

Verfahren sub 4		$\varphi = +46^0\,28'\,37''.55$		
sub 5	(1900)	37.39,	nach Koudr.	37''.79
„	(1910)	37.56,	„ Bonsdorff	38.19.

8. Für die Refraktionskonstante in Odessa ergibt sich:

nach Koudriawtzew	60''.168	nach Backlund	60''.488
„ Bonsdorff	60.160		348.

9. Mit den neuen Werten wird die Übereinstimmung mit den FC eine wesentlich bessere; ich gebe hier nur die Differenzen: Bonsdorff — NFK.

δ		$B-NFK$
+ 90° bis	+ 80°	+ 0''.19
80	70	0.00
70	60	+ 0.03
60	50	+ 0.25
50	20	+ 0.34
20	0	+ 0.09
0	— 20	+ 0.42
— 20	— 34	+ 0.96

Es läßt sich nicht verkennen, daß durch diese Ergebnisse Backlunds die Odessaer Kataloge in besseren, wenn auch nicht vollen Einklang mit den FC gebracht sind; ob sie aber als endgültig betrachtet werden können, muß ich für fraglich halten. Allerdings stimmen die c-Werte auffallend gut überein; aber den einen bezeichnet Backlund selbst als sehr unsicher und bei der Ableitung des anderen sei mit einer gewissen Willkür vorgegangen. Bei dem gleichgearteten Verlauf der Odessaer Reduktionen auf FC war diese Übereinstimmung wohl zu erwarten, aber vielleicht hätte eine andere trigonometrische Funktion, oder eine andere Art der Gruppierung, eine noch bessere ergeben. Es muß doch überraschen, daß ein Biegungsglied der Form $b \sin z$ nicht vorhanden ist, wohl aber der Form $c \sin 2z$ und noch dazu in einem so großen Betrage.

Bedenklich aber müssen die Backlundschen Resultate erscheinen in Bezug auf die Verbesserungen der Refraktionskonstanten. Die Werte von Koudriawtzew und Bonsdorff befinden sich mit allen neueren in sehr guter Übereinstimmung, die von Backlund jedoch keineswegs. Es wird also von ihm

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

wohl die eine Mißstimmigkeit beseitigt, dafür aber eine neue geschaffen, ja, sogar noch eine weitere sehr bedeutsame! Der Ertelsche Vertikalkreis, an dem die Pulkowaer Deklinationen beobachtet sind, befand sich im Meridiansaal und dieser ist nach Backlunds Feststellung mit einer starken lokalen Refraktion behaftet: Die Pulkowaer Deklinationen südlich vom Zenit sind zu klein. Unter Zugrundelegung des von Nyrén angewandten Mittels von äußerer und innerer Temperatur gehen hiernach die Differenzen $P1900 - FC$ Boss über

δ	von	in
+ 55°	+ 0.″13	+ 0.″12
45	+ 0.17	0.25
35	+ 0.39	0.75
25	+ 0.35	0.77
15	+ 0.25	0.86
5	+ 0.20	0.76
— 5	+ 0.21	0.76

Sie nähern sich damit schon sehr jenen Werten, die die anderen bislang genannten Kataloge aufweisen; mit München 1892 und Odessa 1900 sind sie sogar fast identisch. Für die FC ist diese Feststellung von sehr großer Bedeutung, da die mit dem Ertelschen Vertikalkreise, der sich in diesem nicht einwandfreien Meridiansaale befand, angestellten Beobachtungen gewissermaßen das Fundament zu ihnen gebildet haben.

Außer den Pulkowaer Katalogen kommen besonders die Greenwicher in Betracht. Aber ich muß von einer eingehenden Besprechung dieser hier absehen, sie würde zu weit führen. Außerdem habe ich bereits früher darauf hingewiesen, daß ihnen ein gewisses Mißtrauen entgegengebracht werden muß.

Die Kataloge der südlichen Halbkugel von Cape und Melbourne zeigen unter sich wie besonders gegen die FC große Abweichungen. Ich gebe hier einen Auszug aus den Systematic corrections $\Delta\delta_\delta$ von Boss (PGC, Appendix III). Die Vorzeichen sind in dem Sinne von Reduktionen der Kataloge auf PGC zu verstehen. Es stimmt also nur Cape 1890 befriedigend mit PGC überein, während besonders Melbourne 1890 stark von ihm abweicht und zwar in dem gleichen Sinne wie die früher besprochenen Kataloge München, Wien-Ottakring und Odessa.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

δ	Cape 1880	Cape 1885	Cape 1890	Melbourne 1880	Melbourne 1890
+ 45°		— 1.″03	— 0.″30		
40	+ 0.″53	— 81	— 7	+ 0.″86	— 1.″11
35	+ 2	— 62	+ 2	+ 46	— 1.07
30	— 27	— 47	0	+ 6	— 1.09
25	— 30	— 37	— 5	— 27	— 1.18
20	— 23	— 31	— 6	— 42	— 1.26
15	— 22	— 30	— 4	— 43	— 1.30
10	— 22	— 29	— 1	— 40	— 1.28
5	— 17	— 28	— 2	— 26	— 1.18
0	— 8	— 27	— 5	— 32	— 1.00
— 5	+ 2	— 26	— 9	— 53	— 0.90
10	+ 8	— 26	— 11	— 67	— 85
15	+ 8	— 27	— 10	— 69	— 83
20	+ 6	— 28	— 8	— 62	— 86
25	— 5	— 28	— 1	— 63	— 93
30	— 22	— 24	+ 4	— 68	— 1.00

Die beigebrachten Argumente dürften ausreichen zu der Schlußfolgerung, daß die Systeme unserer Fundamentalkataloge noch nicht als richtig orientiert angesehen werden können; es will scheinen, daß besonders die *EB* noch mit mehr oder weniger starken Fehlern behaftet sind, so daß die Differenzen der *FC* Systeme gegen das wahre System mit der Zeit anwachsen werden. Ich halte es daher für dringend wünschenswert, daß die Grundlagen der *FC* durch neuere, streng absolute Beobachtungsreihen unter eingehender Berücksichtigung aller Fehlerquellen einer Revision zu unterziehen sind, daß sich an dieser Arbeit möglichst mehrere Sternwarten, die mit modernen Meridiankreisen ausgerüstet sind, beteiligen, unter Zugrundelegung eines einheitlichen Arbeitsprogramms.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Inhaltsverzeichnis.

		Seite
I.	Einleitung	3
II.	Die Saaltemperatur	6
III.	Der Temperaturfehler	9
IV.	Der Ausdehnungskoeffizient der Luft	17
V.	Die Refraktionskonstante	28
VI.	Vergleichung mit anderen Resultaten	37
VII.	Die definitiven Deklinationen für 1900.0	41
VIII.	Die Katalogvergleichung	45
IX.	Die Fundamentalkataloge	50
X.	Vergleichung mit einzelnen Katalogen	61

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Abhandlungen der Bayerischen Akademie der Wissenschaften - Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1920

Band/Volume: 28

Autor(en)/Author(s): Grossmann Ernst

Artikel/Article: Untersuchungen über die astronomische Refraktion 1-72