

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Klasse

der

K. B. Akademie der Wissenschaften

zu München

1916. Heft I

Januar- bis März-sitzung

München 1916

Verlag der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften

in Kommission des G. Franz'schen Verlags (J. Roth)



765 Fixsternparallaxen der Zone AGC XI (Berlin A).

Versuch zur Herstellung einer parallaktischen Durchmusterung.

Von **Ernst Grossmann**.

Vorgelegt von H. v. Seeliger in der Sitzung am 3. Juni 1916.

Die mechanischen Verhältnisse des Stellarsystems sind bestimmt durch Eigenbewegung, Radialbewegung und Parallaxe. Der Erweiterung unserer Kenntnisse des ersten Elements in absehbarer Zeit sind die Grundlagen gegeben; die Erforschung des zweiten hat in jüngster Zeit große Fortschritte gemacht — allerdings sind ihr durch die Lichtschwäche der Sterne Schranken gesetzt. Am ungünstigsten steht es mit der Parallaxe. Seit der klassischen Arbeit Bessels über die Parallaxe von 61 Cygni in den Jahren 1837/38 sind zwar einige Hundert Untersuchungen ausgeführt, aber wie viele von ihnen zuverlässige Resultate ergeben haben, steht dahin. Es gibt vorderhand kein anderes Mittel zum Nachweise der Realität einer Parallaxe als wiederholte Messung. Das auch mag manchen Astronomen bewogen haben, bereits untersuchte Sterne wiederum auf sein Programm zu setzen, zugleich auch um die Ursachen etwaiger Differenzen aufzudecken. Gar manche Fehlerquelle ist in der Tat hierdurch gefunden. Die Ausdehnung des Parallaxen-Materials wurde naturgemäß hierdurch gehemmt. Aber noch eine andere Ursache trug hierzu bei. Bessels Erfolg mit dem Heliometer verdankt wohl dieses Instrument zugleich mit der Vervollkommnung, die ihm die Repsolds gegeben haben, seine für lange Zeit behauptete erste Stellung unter den Präzisionsinstrumenten, bis ihm in der Photographie

ein sehr viel bequemer zu bedienender Rivale entstand. Das Arbeitsfeld des Heliometers aber ist begrenzt; es gestattet bei mühevoller Arbeit nur die jeweilige Untersuchung eines einzelnen Sterns. Diese Einschränkung haben mit wenigen Ausnahmen die neueren Methoden übernommen, obwohl sie ihnen nicht geboten war.

Die bis jetzt bekannten Parallaxen können uns über die räumliche Verteilung der Sterne kein allgemeines Bild liefern; Massenbestimmungen sind dringend erforderlich. Schon im Jahre 1900 und ausführlicher 1906 in seinem „Plan of selected Areas“ hat Kapteyn den Vorschlag der Herstellung einer par. Durchmusterung auf photographischem Wege nach der Methode des latenten Bildes gemacht, der bislang leider nicht zur Ausführung gekommen ist.

Als ich im Jahre 1908 den Repsoldschen Meridiankreis (*MKr*) der Münchener Sternwarte übernahm, entschloß ich mich, an diesem nach der zuerst von Bessel (1815/16) und in jüngster Zeit mehrfach angewandten Methode der Beobachtung von *AR* Differenzen solche Massenbestimmungen von Parallaxen auszuführen in der Weise, daß ich nicht wie bisher einen Parallaxenstern an einige wenige Vergleichssterne anschließen wollte, sondern daß ich vielmehr gleich eine größere Gruppe von Sternen einheitlich beobachtete, um dadurch die Parallaxen aller dieser Sterne relativ zu einer mittleren Gruppenebene zu erhalten. Gruppe sollte sich an Gruppe anschließen über den gesamten Umfang der gewählten Deklinationszone.

Der Breslauer Versammlung der A. G., 1910, habe ich meinen Plan zugleich mit den ersten Resultaten vorgelegt (V. d. A. G. 45, p. 292) und hier wie 1913 in Hamburg zu weiterer Mitarbeit aufgefordert. Zur Förderung des Unternehmens wurde eine Kommission eingesetzt, aber infolge der jetzigen politischen Verhältnisse wird eine Ausführung desselben vorderhand nicht zu erwarten sein.

Die Frage: Ist der *MKr* mit Registriermikrometer (*RM*) zu einer solchen Arbeit geeignet, ist zweifelsohne zu bejahen, denn da hier die Ausdehnung der Gruppen sehr viel weniger

begrenzt ist als bei den anderen Methoden (Heliometer und Photographie), so vermag man besonders solche Sterne zu bevorzugen, die unser Interesse wegen *EB*, Radialbewegung, Spektraltypus etc. in erster Linie in Anspruch nehmen. Der Nachteil der Beschränkung der Beobachtung auf den Meridian und der damit verbundene Verlust am parallaktischen Faktor in den Sommermonaten wird dadurch aufgehoben, daß nach der Erfahrung sich eine solche Beschränkung auch für die anderen Methoden als notwendig erwiesen hat, weil sich sonst leicht systematische Fehler infolge der Einflüsse der Luft, etwaiger Verzeichnungen und Verspannungen des Objektivs und einer ungenauen Nachführung (Stundenwinkelfehler) einschleichen. Das Meßwerkzeug und seine Handhabung sind hier von außerordentlicher Einfachheit, ebenso auch die erforderliche Reduktionsarbeit.

Gewährt ferner der *MKr* die erforderliche Genauigkeit? Der m. F. einer Beobachtung wird hier bei den sich in Bewegung befindlichen Objekten ohne Frage größer, aber einmal handelt es sich hier um Massenbestimmungen und deshalb wird im Endresultat der m. F. wesentlich vermindert sein; sodann war es weniger mein Bestreben, möglichst genaue Einzel-Parallaxen abzuleiten, als vielmehr aus Mittelwerten, also durch direkte Beobachtung das typische Bild der räumlichen Verteilung der Sterne zu bestimmen, wie es von Herrn v. Seeliger in seinen bekannten Arbeiten auf ganz anderem Wege geschehen ist. Zum dritten aber ist weniger die sogenannte innere Genauigkeit für die Entscheidung der obigen Frage maßgebend, als vielmehr der zu befürchtende systematische Fehler. Wägen wir nach diesem Gesichtspunkte die Methoden gegeneinander ab, so dürfte nach den vorliegenden Erfahrungen der *MKr* nicht hinter den anderen Methoden zurückstehen. Eine ausführliche Gegenüberstellung aller dieser Fehler führt hier zu weit; ich gebe sie in einer größeren bereits druckfertig vorliegenden Arbeit, von der diese nur einen Auszug darstellen soll, die in den Annalen der Sternwarte erscheinen wird. Ich bemerke lediglich, daß es sich bei dem *MKr* nur um

die Helligkeitsgleichung und mehr der Vermutung nach um einen Führungsfehler handelt. Nach der Erfahrung hat sich die erstere nur klein erwiesen; außerdem läßt sich ihr mit bekannten Hilfsmitteln vorbeugen. Ich habe mit Erfolg Objektivlamellen benutzt, wie ich sie Astr. Nachr. Bd. 189 beschrieben habe.

Noch auf einen anderen Punkt habe ich Gewicht gelegt. In die Bedingungsgleichungen

$$a_1 - a_0 = x + P \cdot \pi + T \cdot y$$

gehen 3 Unbekannte ein; es genügt also die Beobachtung in 3 aufeinanderfolgenden Epochen. Sind jedoch systematische Fehler oder auch Schwerpunktbewegungen vorhanden, so werden diese voraussichtlich in einer Epoche als konstante Fehler auftreten, und nur von Epoche zu Epoche variieren. Sie gehen also bei der Beschränkung auf 3 Epochen mit vollem Betrage in die Resultate ein und die Darstellung gibt über ihr Vorhandensein keine Auskunft. Ich habe deshalb in mindestens 5 Epochen beobachtet. Um etwaige Schwerpunktbewegungen im Endresultat unschädlich zu machen, empfiehlt sich schon die Erhöhung der Anzahl der Vergleichssterne.

Als Beobachtungszone wählte ich AGC XI. Ich teilte sie in 26 Hauptgruppen und 9 Zusatzgruppen, da eine einmalige Durchbeobachtung in allen *AR* Stunden nicht ausreichte. Besonders bevorzugt wurden die Sterne bis zur Größe 6.5. Das Programm enthielt insgesamt 765 Sterne, davon 231 helle und 534 schwache. Jede Gruppe sollte mindestens 40 mal beobachtet werden, also etwa 8 mal in jeder Epoche. Für die meisten Gruppen erwiesen sich jedoch wegen ungünstigen Wetters mehr Epochen erforderlich. Die Arbeit begann 1908 Juni und wurde abgeschlossen 1914 Oktober. Insgesamt sind an 585 Tagen, und zwar 459 Nachmittagen und 345 Vormittagen, 36300 Parallaxensterne und ca. 4000 Fundamentalsterne zur Bestimmung der Aufstellungsfehler und der Uhrgänge beobachtet.

Hinsichtlich der an dem Instrumente vorgenommenen

Änderungen muß ich auf die Hauptarbeit verweisen, ebenso hinsichtlich des Verhaltens der Uhr Riefler Nr. 23, die sich als eine erstklassige erwies. Leider war ihr luftdichter Verschuß häufig ungenügend.

Bei der Handhabung des *RM* war ich darauf bedacht, den Wechsel der Finger stets rhythmisch erfolgen zu lassen, denn es ist Erfahrungstatsache, daß eine Erscheinung sich um so schärfer beobachten läßt, je einfacher sie in ihrer Wirkung auf das Bewußtsein verläuft. Die rhythmische Tätigkeit aber ist eine dem Menschen angeborene, die arrhythmische eine erzwungene, die somit einen größeren Teil der Aufmerksamkeit für sich beansprucht. Mit dem Wechsel der Deklination braucht sich nur die Greifweite der Finger zu ändern. Bei der Tasterregistrierung, die bei Polsternen zur Verwendung kam, habe ich mich stets der sogenannten verkürzten Reaktionsmethode bedient.

Zur Bestimmung des Schraubenwerts verdienen bei dem *RM* südlichere Sterne gegen Polsterne den Vorzug. Will man jedoch zugleich durch Kombination beider Arten von Registrierungen auch die Kontaktlagen erhalten, so muß man zu Polsternen zurückkehren. Aus Beobachtungen in beiden Kreislagen oder Kulminationen erhält man auch die persönliche Gleichung.

Ist das Mittel aller Tastersignale T_t , das der automatischen T_s ; die hierzu gehörigen Trommelangaben sind V_t (bekannt) und V_s (unbekannt). Jede Art von Registrierung ergibt den Schraubenwert r_t und r_s nach dem Ansatz

$$(V_{t,n} - V_t)(r_t' + y) = [T_{t,n} - (T_t' + x)]$$

und analog für die Selbstregistrierung. Ferner ist, wenn wir $T_t' + x = T_t$ und $T_s' + x = T_s$ setzen,

$$(V_s - V_t)r \sec \delta = T_s - T_t \quad KrW, OC; KrO, UC$$

$$(V_t - V_s)r \sec \delta = T_s - T_t \quad KrW, UC; KrO, OC.$$

Hieraus folgt V_s und aus diesem in Verbindung mit den Einzelbeobachtungen erhält man die Kontaktlagen. Ist g die

Reaktionszeit und H die Helligkeitsgleichung, beide als Korrekturen angesetzt, letztere für OC , so ist

$$(V_s - V_t)r \sec \delta = T_s \mp H_s \sec \delta - (T_t - g \mp H_t \sec \delta) \begin{cases} Kr WOC \\ Kr OUC \end{cases}$$

$$(V_t - V_s)r \sec \delta = \text{ " " " " " " " " } \begin{cases} Kr OOC \\ Kr WUC \end{cases}$$

In guter Übereinstimmung aller Beobachtungen von 1908 bis 1915 findet sich

$$r = 4^s6770 - 0^s00005 (T - 7^o.0).$$

Der kleine Temperaturkoeffizient ist offenbar reell; er befindet sich auch in guter Übereinstimmung mit dem Werte, der sich aus den Temperaturkoeffizienten von Messing (Fernrohr) und Stahl (Schraube) ergibt. Fortschreitende Fehler der Schraube zeigen sich nicht. Ferner folgt:

$$V = V_t + 0.5615 (V_t = 10.0 \text{ gesetzt})$$

$$\Delta H = H_s - H_t = + 0^s0072$$

$$g = - 0^s0028 \text{ sec } \delta.$$

Es zeigen sich also nur Spuren von persönlichen Fehlern angedeutet.

Aus V_s und V_t und den Einzelsignalen ergeben sich jetzt die Lagen der Kontaktstellen. Zwischen diesen und den mehrfach mit Hilfe eines Relais bestimmten Stellen findet volle Übereinstimmung statt.

Die Reduktion der Beobachtungen auf den scheinbaren Ort wurde für jeden Stern streng nach der Besselschen Formel durchgeführt, denn da die Reduktionselemente stets nur klein waren, machte dieses nicht mehr Mühe als die Anwendung von Differentialformeln; die Reduktionen auf den mittleren Ort (1910.0) wurden jedoch mit Hilfe solcher gerechnet, wobei wenn nötig die Glieder 2. Ordnung berücksichtigt wurden.

Für die Bestimmung der Unbekannten wurde jede Gruppe als einheitliches Ganze behandelt, denn nur dadurch wurde der Bedingung genügt, daß die Fehlerquadrate ein Minimum bilden. Nehmen wir in erster Annäherung an, daß die Instrumental-

fehler sich während der Dauer einer Gruppe nicht ändern, so wird jede Tagesreihe eine Tageskorrektion c erfordern infolge der den Reduktionselementen noch anhaftenden Unsicherheiten. Dann ist

$$a' + c = a_0 + x' + P \cdot \pi' + t \cdot \mu',$$

wo $a' =$ beob. AR 1910.0, $a_0 =$ beliebig anzunehmender Mittelwert, x seine Korrektion auf das System der Gruppe, $P =$ par. Faktor, $\pi =$ Parallaxe, $t =$ Zeit in Einheiten des Jahres und $\mu = EB$. Setzen wir $a' - a_0 = \Delta a$, so lauten die Normalgleichungen:

$$\begin{aligned} \text{I. } n \cdot x^{1\dots m} + [c] + [P]\pi^{1\dots m} + [t]\mu^{1\dots m} &= [\Delta a]^{1\dots m} & m \text{ Gl.} \\ \text{II. } [x] + m \cdot c_{1\dots n} + P_{1\dots n}[\pi] + t_{1\dots n}[\mu] &= [\Delta a]^{1\dots n} & n \text{ Gl.} \\ \text{III. } [P]x^{1\dots m} + [Pc] + [PP]\pi^{1\dots m} + [Pt]\mu^{1\dots m} \\ &= [P\Delta a]^{1\dots m} & m \text{ Gl.} \\ \text{IV. } [t]x^{1\dots m} + [tc] + [Pt]\pi^{1\dots m} + [tt]\mu^{1\dots m} &= [t\Delta a]^{1\dots m} & m \text{ Gl.} \end{aligned}$$

Die Indices m beziehen sich auf die einzelnen Sterne einer Gruppe, die Indices n auf die Beobachtungstage. Wir haben also $m \cdot n$ Bedingungsgleichungen und $3m + n$ Normalgleichungen.

Die obigen Gleichungen enthalten eine Zwangsbedingung, denn es ist

$$\Sigma \text{ System I} = \Sigma \text{ System II.}$$

Das war zu erwarten, denn die Unbekannten c müssen ohne nähere Definition unbestimmt bleiben. Wir fügen deshalb noch die zunächst willkürliche Bedingung $\Sigma c = 0$ hinzu. Ferner setzen wir $\Sigma(a' - a_0) = \Sigma \Delta a_{1\dots n} = 0$; damit wird auch $\Sigma x = 0$. Da auch $\Sigma \pi = 0$ und $\Sigma \mu = 0$ wird und wir auch $\Sigma t = 0$ setzen können, so vereinfachen sich die Normalgleichungen wesentlich. Zunächst wird

$$c_{1\dots n} = \frac{[\Delta a]_{1\dots n}}{m}$$

und aus dem zusammenhängenden System der Normalgleichungen löst sich ein für jeden einzelnen Stern gültiges System aus von der Form

$$\begin{aligned}
 n \cdot x + [P] \pi &= 0 \\
 [P] \cdot x + [PP] \pi + [Pt] \mu &= [P(\Delta a - c)] \\
 + [Pt] \pi + [tt] \mu &= [t(\Delta a - c)].
 \end{aligned}$$

Für die einzelnen Sterne wurden die strengen par. Faktoren berechnet und nicht die für die Gruppenmitte gültigen Werte gesetzt. Eine Kontrolle der Rechnung ist durch die Nullbedingung der Summe der 3 Unbekannten gegeben. Gewichte wurden nicht angesetzt, aus Gründen, die ich bereits wiederholt dargelegt habe.

Für die m. F. finden sich die Gleichungen, wenn $\varepsilon' = m$. F. einer beobachteten AR Differenz ist:

$$\varepsilon_c = \varepsilon' \sqrt{\frac{1}{m} + \frac{1}{m \cdot n}}$$

$$\text{m. F. der Gewichtseinheit } \varepsilon = \varepsilon' \sqrt{\frac{(m+1)(n+1)}{m \cdot n}}$$

$$\varepsilon_x = \varepsilon' \sqrt{\frac{(m+1)(n+1)}{m \cdot n^2}}$$

$$\varepsilon_\pi = \varepsilon' \sqrt{\frac{(m+1)(n+1)}{m \cdot n [PP]}}$$

$$\varepsilon_\mu = \varepsilon' \sqrt{\frac{(m+1)(n+1)}{m \cdot n \cdot [tt]}}$$

Die Aufstellungsfehler wurden in der bekannten Weise bestimmt. Der Kollimationsfehler hat sich sehr konstant gehalten. In der Neigung zeigt sich zunächst ein mit der Zeit fortschreitendes Glied von der Form

$$i_0 = -0:193 - 0:159 (t - 1912.0),$$

das offenbar mit der Temperatur in keinem Zusammenhang steht. Außerdem tritt deutlich eine Jahreskurve auf, die gegen die Temperaturkurve um etwa 4 Wochen nach vorwärts verschoben ist und die sich alsdann sehr gut darstellen läßt durch die Formel

$$29,0 \cdot i = T - 8^{\circ}.3.$$

Es sind also nicht die obersten metallischen Instrumententeile, die diese Änderung bedingen, und es wird sich daher auch die tägliche Temperaturschwankung kaum merklich in der Neigung äußern. In der Tat ist

$$i(Vm) - i(Nm) = -0^s0007 \quad (8^h \text{ Zwischenzeit}).$$

Ungünstiger liegt die Sache während der Beobachtungstätigkeit, denn hier findet sich

$$i(\text{Schluß der Beob.}) - i(\text{Beginn}) = +0^s0055 \quad (3^h),$$

also für die Dauer einer Gruppe (50^m) $\Delta i = +0^s.0015$. Dieser Unterschied gegen oben ist zweifelsohne darauf zurückzuführen, daß während der Pausen der Spalt geschlossen wurde.

Das aus der Kombination von Pol- und Südsternen bestimmte Azimut weist kein Zeitglied auf und die Jahreskurve verläuft in den einzelnen Jahren sehr verschieden; im Mittel ist sie um ca. 8 Wochen gegen die Temperaturkurve verschoben. Dieses gegen die Neigung abweichende Verhalten ist wahrscheinlich auf die Art der Montierung der metallischen Pfeilerköpfe zurückzuführen. In Bezug auf die kurzperiodischen Änderungen findet sich

1. In 24 Stunden ändert sich die äquatorale Neigung n nicht.

2. Im Verlaufe von 6^h in der Nacht tritt eine Änderung ein von $\Delta n = -0^s032$, also in 50^m und bei $\delta = +17^{\circ}5$ eine solche von -0^s0014 .

Ferner ergibt die Diskussion der Polsterne α und λ Urs. min. die Differenz der Helligkeitsgleichung für diese beiden Sterne $H_\alpha - H_\lambda = +0^s.002$. Ist diese Differenz nahezu Null, so wird der Fehler überhaupt gleich Null sein. Für die Korrektur des FC Systems Auwers folgt $\Delta \alpha = -0^s010 \operatorname{tg} \delta$, ein Wert, der mit anderen früher von mir abgeleiteten in guter Übereinstimmung steht.

Vergleichen wir hiermit die Beobachtungen selbst, so ist zunächst an die AR 1910.0 die Tageskorrektur c anzubringen. Da aber zunächst willkürlich $\Sigma c = 0$ gesetzt war, so haben

wir zur Reduktion auf FC noch eine weitere Korrektur C in Rechnung zu stellen; es ist also für die Gruppe n

$$a'_n + c'_n + C_n = a_n + C_n = a_n(FC).$$

Die $c'_n + C_n$ enthalten die Unsicherheiten der Reduktionselemente J_n sowie den Orientierungsfehler O , also

$$c'_n + C_n = J_n + O$$

und für die Differenz zweier aufeinander folgender Gruppen ist

$$(c'_{n+1} - c'_n) + C_{n+1} - C_n = J_{n+1} - J_n,$$

d. h. gleich dem Gang des Instruments und der Uhr in der Zwischenzeit. In der Summe aller dieser Differenzen für die einen geschlossenen Zyklus bildenden 26 Gruppen muß

$$\Sigma(C_{n+1} - C_n) = 0$$

sein, also

$$\Sigma(c_{n+1} - c_n) = \Sigma(J_{n+1} - J_n).$$

Aus der Diskussion der direkt bestimmten Instrumentalfehler ergibt sich, daß der Gang des Instruments während des ganzen Jahres der gleiche ist. Ferner dürfen wir den Uhrgang als hinreichend berücksichtigt annehmen. Wir können somit setzen

$$\frac{\Sigma(c_{n+1} - c_n)}{n} = J_{n+1} - J_n.$$

Dieses oben eingesetzt

$$c'_{n+1} - c_n - \frac{\Sigma(c_{n+1} - c_n)}{n} = -(C_{n+1} - C_n).$$

Das ist die Beziehung von je 2 Gruppen zueinander.

Die numerische Rechnung zeigt zunächst für die Tageskorrekturen c die sofort in die Augen springende Erscheinung, daß diese während der Nacht kontinuierlich anwachsen. Die stündliche Änderung ergibt sich zu $\Delta c = +0.0035$, konstant während des ganzen Jahres. Ebenso folgt für die Tagesstunden diese Änderung zu -0.0027 . Es findet also offenbar ein Rückgang statt. Vergleichen wir dieses Resultat mit dem, welches wir bei der Diskussion der Aufstellungsfehler gefunden

haben, so geht der Differentialquotient $\frac{dn}{dt}$ in die Beobachtungen ein mit dem Betrage

$$(\operatorname{tg} \delta - \operatorname{tg} \varphi) \frac{dn}{dt} = + 0^s.0042.$$

Die Übereinstimmung mit dem obigen Werte ist in der Tat überraschend; sie wird noch besser, wenn wir auch der kleinen Änderung von i Rechnung tragen; dann folgt

$$+ 0^s.0042 - 0^s.0007 \operatorname{sec} \varphi = + 0^s.0032.$$

Bilden wir jetzt das Mittel der $c_{n+1} - c_n = \Delta c$ für 2 aufeinander folgende Gruppen, so findet sich

$$\frac{\Sigma(c_{n+1} - c_n)}{n} = J_{n+1} - J_n = + 0^s.0090.$$

Nach dem früheren war

$$\frac{di}{dt} \operatorname{sec} \varphi + \frac{dn}{dt} (\operatorname{tg} \delta - \operatorname{tg} \varphi) = + 0^s.0084,$$

also wiederum eine überraschende Übereinstimmung. Wir dürfen hieraus den bemerkenswerten Schluß ziehen, daß die Beobachtungen als im hohen Maße homogen anzusehen sind.

Nach diesen Feststellungen sind wir in der Lage, die AR jeder Gruppe in sich homogen zu machen und alle Gruppen auf ein einheitliches Instrumentalsystem zu reduzieren. Es verbleibt nur noch, dieses an das System des FC anzuschließen. Dazu benutzen wir die zahlreich beobachteten Fundamentalsterne. Nach der Deklination geordnet ergibt sich zwischen α (beob.) und α (B. J.) die Differenz:

$$\Delta \alpha_\delta = - 0^s.0050 - 0^s.0240 \operatorname{tg} \delta.$$

Also auch hiernach bedürfen die AR des FC einer negativen Korrektur, deren Größe mit dem oben gefundenen Wert völlig übereinstimmt.

Nach der Helligkeit geordnet ergeben sich Differenzen, die ebenfalls mit anderweitig abgeleiteten Helligkeitsgleichungen des FC sich in voller Übereinstimmung befinden. Wir dürfen

somit schließen, daß unser Instrumentalsystem bereits fehlerfrei ist.

Nach allen diesen Ergebnissen können wir annehmen, daß die Instrumentalfehler mit großer Schärfe in Rechnung gestellt sind, daß somit für die Beurteilung der Genauigkeit der Beobachtungen zur Hauptsache nur noch die Frage in Betracht kommt, wie weit ist der Beobachter befähigt, bei der Fadenführung strenge Bisektion von Faden und Stern inne zu halten. Bilden wir zu diesem Zwecke zunächst den m. F. eines Kontakts, so ergibt sich

Größe	Bildbeschaffenheit	
	gut	mäßig
1.0	$\pm 0^s0287$	$\pm 0^s0382$
2.3—3.8	333	381
5.0—6.5	349	403
8.5—9.0	323	397
9.1—9.2	415	432

Die Abhängigkeit von der Bildbeschaffenheit tritt klar hervor. Nach den bisherigen Erfahrungen ist der m. F. bei dem RM am kleinsten bei den Sternen der Größe 5—6; nach beiden Seiten steigt er etwas an. Hier ist das nicht der Fall. Der kleinste Wert bei den hellsten Sternen ist ohne Frage eine Folge der Objektivlamellen; durch die Beugungsspektren wird die Führung sehr viel sicherer.

Durch Division mit der Wurzel der Anzahl der beobachteten Kontakte (20 bis 40) wird der m. F. eines Durchgangs rund $\pm 0^s006$. Betrachten wir jedoch die Mittelwerte zweier durch eine kurze Pause voneinander getrennter Revolutionen, so zeigen diese weit größere Differenzen, als nach dem obigen m. F. zu erwarten ist. Im Mittel vieler solcher betragen diese bei guter Bildbeschaffenheit 0^s027 und bei mäßiger 0^s051 . Die Ursache ist in der bereits bei der ersten Anwendung des RM erkannten Erscheinung zu suchen, daß benachbarte Signale nicht unabhängig voneinander sind; es zeigen sich in der Darstellung Nester von Vorzeichenfolgen von wechselnder Aus-

dehnung. Wir fragen: Sind diese tatsächlicher Natur, pendelt der Lichtschwerpunkt während des Durchgangs um eine Mittel-lage hin und her etwa infolge lateraler Refraktionen, oder sind sie rein persönlicher Natur, ist die Fadenführung und Bi-sektion unvollkommen? Zur Untersuchung wären auch Sterne höherer Deklinationen heranzuziehen. Ich muß mich mit fol-genden Feststellungen begnügen, die ich gewonnen habe aus der Verfolgung und Darstellung von Sternen durch das ganze Gesichtsfeld hindurch:

1. Der Beobachter besitzt die Fähigkeit einer nahezu voll-kommenen Fadenführung.

2. Diese wird beeinträchtigt durch den jeweiligen Zustand der Bilder, besonders durch die Unruhe.

3. Fehler in der Bisektion sucht er weniger durch ruck-weise Bewegung des Fadens als vielmehr allmählich auszugleichen.

4. Daraus folgt, daß allzu rasch aufeinander folgende Kon-takte nicht unabhängig voneinander sind. Die aus ihnen ab-geleiteten m. F. geben uns kein richtiges Maß für die Ge-nauigkeit. Es ist daher zweckmäßig, mehr Revolutionen zu beobachten und von jeder weniger Kontakte abzulesen. Damit geht allerdings der Vorteil des Zeitgewinns bei dem RM wieder verloren.

Der weiteren Vergleichung habe ich den aus den Diffe-renzen der Revolutionsmittel folgenden m. F. zu Grunde ge-legt. Dieser ist

	bei guten Bildern	bei mäßigen Bildern
für 2 beob. Rev.	$\pm 0^s012$	$\pm 0^s022$
„ 4 „ „	$\pm 0^s009$	$\pm 0^s016$

Diese Werte sollen sich mit den aus den Beobachtungen folgenden identisch erweisen. Diese sind im Mittel

m. F.	helle Sterne (4 Rev.)	schwache Sterne (2 Rev.)
einer AR	$\varepsilon = \pm 0^s0141$	$\pm 0^s0183$
für α	$\varepsilon_\alpha = 21$	27
„ μ	$\varepsilon_\mu = 22$	27
„ π	$\varepsilon_\pi = 38$	48

Oben war nach der Bildbeschaffenheit getrennt, was hier nicht möglich ist. Nehmen wir aber an, daß gute Bilder nur etwa an $\frac{1}{3}$ aller Tage stattfinden, so folgt aus den obigen Werten

$$\varepsilon = \pm 0^{\circ}013 \text{ (helle Sterne)} \quad \pm 0^{\circ}019 \text{ (schwache Sterne),}$$

also volle Übereinstimmung mit oben, woraus zu schließen ist, daß in die Resultate nur die Unsicherheit der Beobachtung eingegangen ist, daß die Instrumentalfehler zum Verschwinden gebracht sind.

Nach Größenklassen zergliedert, ergibt sich

α Bootis	$\varepsilon = \pm 0^{\circ}0142$	$\varepsilon_{\pi} = \pm 0^{\circ}039$
α Tauri	230	55
2.0—4.9	141	37
5.0—6.5	141	38
8.5—9.0	180	48
9.1—9.2	195	53

Auf α Tauri komme ich noch zurück. Nach diesen Ergebnissen ist die Durchgangsmethode mit dem RM für Parallaxenbestimmungen sehr wohl brauchbar.

Von größerer Bedeutung als die zufälligen sind die systematischen Fehler. Zu ihrer Untersuchung stehen uns hier drei Wege zur Verfügung.

1. Wir vergleichen die aus den Ausgleichungen hervorgehenden Zeitglieder mit den EB , wie sie aus Katalogvergleichen hervorgehen. Ergibt sich zwischen beiden innerhalb noch festzusetzender Grenzen Übereinstimmung, so dürfen wir schließen, daß die Zeitglieder frei von systematischen Fehlern sind. Für die Parallaxen ist freilich dieser Schluß noch nicht unbedingt zulässig, hebt aber bereits ihre Vertrauenswürdigkeit.

2. Zeigen sich in den Resultaten Gesetzmäßigkeiten, die nach anderweitigen Untersuchungen bereits als astronomische Tatsachen angesehen werden können, so ist der Schluß auf Realität berechtigt, allerdings nur in Bezug auf die Gesamtheit, nicht auf jeden Einzelwert.

3. Die Vergleichung mit bereits bestimmten Parallaxen.

Ich rechne zuerst die EB durch Vergleichung der vorliegenden AR mit denen des bereits 40 Jahre zurückliegenden, von Auwers mit großer Sorgfalt beobachteten und bearbeiteten AGC XI. Diese müssen sich von den Zeitgliedern unterscheiden um die EB der Gruppen, ihre Motus par. und Motus pec. Um die erstere zu bestimmen, nehme ich die Apexkoordinaten als bekannt an: $A = 18^h 20^m$, $D = +35^\circ$, denn da hier nur eine Komponente der EB vorliegt, gehen hieraus diese Koordinaten nur unsicher hervor. Ferner setze ich für die Radialbewegung der Sonne $q = 20$ km. Dann ergibt sich nach dem bekannten Ansatz

$$x + 0.211 q \cos D \sin(a - A) \cdot \pi = 15 A a \cos \delta$$

$$x = -0^s00096 \pm 0^s00014$$

$$\pi = +0^s00902 \pm 0^s00082$$

I

Variationen von A und D innerhalb der zulässigen Grenzen ändern die Unbekannten nur um ein geringes. Die Darstellung befriedigt dem Vorzeichenwechsel nach nicht besonders.

Das konstante Glied x kann als eine Korrektur der benutzten Newcombschen Präzessionskonstanten nicht gedeutet werden; sie müßte schon um fast 0^s001 verkleinert werden. Ebenso wenig läßt es sich als eine Reduktion des vorläufigen FC , an den der AGC angeschlossen ist, auf den definitiven auslegen. Zur Aufklärung nehme ich die Ausgleichung noch einmal vor unter Trennung nach Größenklassen und erhalte:

Größe	Anzahl	x	εx	π	$\varepsilon \pi$
bis 5.0	35	$+0^s00113 \pm 0^s00054$		$+0^s0195 \pm 0^s0036$	
5.1—6.5	179	$+ 35$	32	$+ 160$	19 II
8.5—9.1	522	$- 158$	16	$+ 55$	10

Die Abhängigkeit der Unbekannten von der Helligkeit ist offensichtlich. Deutet man jetzt x als Helligkeitsgleichung und nimmt man die Münchener Beobachtungen als frei von solcher an, so müssen bei dem AGC XI die helleren Sterne um etwa

0^s045 zu früh, die schwachen um 0^s063 zu spät beobachtet sein. Auwers gibt folgende Zahlen (A. N. 161):

Größe	5.5	H. Gl.	+ 0 ^s 026
	6.5		+ 18
	8.5		— 55
	9.0		— 64

Die Übereinstimmung läßt nichts zu wünschen übrig. Für die mittleren Parallaxen finden auf ganz anderen Wegen

Gr.	v. Seeliger	Kapteyn	Grossmann (oben)
4.0	+ 0 ^s 0270	+ 0 ^s 0265	+ 0 ^s 0195
5.8	+ 146	+ 143	+ 160
8.8	+ 50	+ 50	+ 55

Die Differenz der ersten Kategorie erklärt sich mit der geringen Anzahl von Sternen.

Zum dritten habe ich die *EB* nach den galaktischen Koordinaten der Sterne geordnet. Die Untersuchung stößt hier, wo nur *EB* in *AR* vorliegen, auf eine Schwierigkeit, denn die Kurven der par. Faktoren und der galaktischen Breite verlaufen nahezu parallel, wie ihre Gleichungen sofort zu erkennen geben:

$$\text{par. Faktor} = - \frac{\cos D}{\cos \delta} \cos(\alpha - AA)$$

$$\sin \text{ gal. Breite} = \cos i \sin \delta - \sin i \cos \delta \cos(\alpha - 49^m)$$

$$AA = \text{Überschuß der Apex } AR \text{ über } 270^\circ$$

$$AR \text{ des gal. Pols} = 12^h 49^m.$$

Deshalb läßt sich die Abhängigkeit der Parallaxe von der Milchstraße hier nicht scharf bestimmen, es sei denn, daß sie sich durch eine über den ganzen Bereich des Systems gültige einfache Interpolationsformel darstellen läßt, m. a. W. daß das Milchstraßensystem ein mathematischer Rotationskörper ist, was aber durchaus unwahrscheinlich ist.

Wir müssen uns deshalb mit Annäherungen begnügen. Quadrantenweise geordnet und für sich ausgeglichen ergibt

Gruppe	gal. Breite	x	π	
1—6	— 25°	— 0:00040	+ 0:0085	
7—12	+ 35	— 75	+ 102	
(13—15	+ 76	—	+ 133)	III
13—20	+ 53	— 5	+ 150	
21—26	— 22	— 68	+ 28	

Der dritte eingeklammerte Wert ist einfach der Quotient μ_a : par. Faktor. Die Darstellung ist auffallend gut. Der Versuch, die π durch eine einfache trig. Funktion darzustellen, führte zu keinem befriedigenden Ziel. Die Abhängigkeit der mittl. Parallaxe von der gal. Breite kommt deutlich zum Ausdruck. Das Mittel aus dem ersten und letzten Wert von π verhält sich zum dritten wie 1:2,3. v. Seeliger findet für die Sterne der Größe 8.5

$$\pi (\text{Pol}) : \pi (\text{Milchstraße}) = 2.34.$$

Ist diese auffallende Übereinstimmung nicht zufällig und damit das obige Ergebnis reell, so gibt es zu einer bemerkenswerten Folgerung Anlaß: Das vorliegende Material umfaßt noch nicht 8% der Sterne bis zur Größe 9.0 einer schmalen nur 5° breiten Zone. Und doch spiegelt es das gleiche typische Bild wieder, wie es Herr v. Seeliger aus einem viel umfassenderen Material auf ganz anderem Wege gewonnen hat. Das muß überraschen! Denn es müßte doch bei Voraussetzung gleicher Dichtigkeit und gleicher Verteilung der Leuchtkräfte als ein höchst merkwürdiger Zufall angesehen werden, wenn bei der Auswahl unserer Sterne in ihrer großen Mehrzahl nur solche getroffen worden wären, die die galaktische Abhängigkeit so offenkundig darstellen. Hingegen wird das Ergebnis leichter erklärlich, wenn die genannten Voraussetzungen nicht zutreffen, d. h. wenn Verteilung und Dichtigkeit Funktionen der Parallaxe sind, wie es in einem System nicht homogener Struktur der Fall sein würde.

Ich bilde jetzt die Differenzen: Katalog *EB* — beob. *EB*, $\mu_a - \mu'_a$ und ziehe hiervon die Motus par. nach System I ab,

da es sich ja nur um mittlere Par. handelt. Dann verbleiben die Mot. pec. der Gruppen. Diese sind wie zu erwarten war, nur klein; sie zeigen keinerlei Gesetzmäßigkeit in ihrer Anordnung nach der AR . Bringt man auch diese an, so sollen nur noch zufällige Fehler verbleiben. Bei der großen Mehrzahl der Sterne ist dieses offenbar der Fall, bei vielen sind die Reste auffallend groß. Zum Teil ist dieses ohne Frage auf eine Unsicherheit der AGC Position oder der beobachteten EB , hier besonders bei lichtschwachen Sternen, zurückzuführen; zum Teil sind sicherlich auch dritte, nämlich Schwerpunktbewegungen nicht ausgeschlossen. Nach Ausweis der bekannten Doppelsternkataloge enthält unser Programm 62 visuelle und 16 spektroskopische, bereits bekannte Doppelsterne, also mehr als 10%. Trifft diese Erklärung zu, so steht zu erwarten, daß sie sich auch mehr oder weniger in der Darstellung der Bedingungsgleichungen zu erkennen gibt. In der Tat ist diese bei einer großen Anzahl von Sternen keineswegs befriedigend; epochenweise treten Vorzeichenfolgen auf, aber immer nur bei einzelnen Sternen, ohne jegliche Gesetzmäßigkeit. Es erscheint hiernach ausgeschlossen, daß in dem Zeitgliede noch eine Änderung der persönlichen Auffassung enthalten ist.

Schließe ich jetzt alle verdächtigen Sterne aus, d. h. jene, bei denen die obige Differenz größer als $\pm 0^{\circ}0055$ ist, und bilde aus den übrigen den m. F., so ergibt sich dieser zu $\pm 0^{\circ}0025$. Setzen wir den m. F. einer AGC Position nach Auwers zu $\pm 0^{\circ}036$, den m. F. einer AR unseres Katalogs nach oben zu $\pm 0^{\circ}0024$, so folgt der m. F. von μ_a zu $\pm 0^{\circ}0009$, also von μ'_a zu $\pm 0^{\circ}0023$. Aus der Ausgleichung ergab sich für die hellen Sterne der m. F. von y zu $\pm 0^{\circ}0022$, für die schwachen zu $\pm 0^{\circ}0027$. Wir können also schließen: Das Zeitglied y der Ausgleichung ist im allgemeinen identisch mit der EB .

Trennt man nach der Helligkeit, so beträgt im Mittel das Restglied v für die hellen Sterne $+ 0^{\circ}0005$ und für die schwachen $- 0^{\circ}0003$, Größen, die als unmerklich bezeichnet werden können.

Des weiteren habe ich die Häufigkeitskurve der beob. *EB* gebildet; es zeigt sich naturgemäß eine Symmetriekurve. Rechnet man den dieser entsprechenden m. F., so ergibt sich $\pm 0^{\circ}0047$, während die Beobachtungen selbst ergaben $\pm 0^{\circ}0022$ für die hellen Sterne und $\pm 0^{\circ}0027$ für die schwachen. Das Zeitglied kann also nicht als lediglich zufälliger Fehler angesehen werden.

Prüft man die Verteilung der verdächtigen Sterne mit großen Restgliedern v noch etwas näher, so finden sich hierfür 30 helle und 96 schwache Sterne; das sind 13 und 18% der Gesamtheit. Ein merkliches Vorwiegen einer Kategorie besteht also nicht. In 61 Fällen ist v positiv, in 65 negativ. Auffallenderweise aber häufen sich diese Sterne in den *AR* Stunden 4—7^h und 14—21^h. In die Stunde 4^h aber fallen die Hyaden, in 5—7½ und 18—21^h fällt die Milchstraße; in diesen Gegenden aber häufen sich bekanntlich die Doppelsterne.

Wenden wir uns jetzt zu den Parallaxen, so dürfte für diese zunächst der Analogieschluß zulässig sein: Sind die beobachteten Zeitglieder reell, so darf man bis zu einem gewissen Grade auch die Parallaxen als reell ansehen, es sei denn, daß zwischen Abend- und Morgenbeobachtungen systematische Auffassungsunterschiede aber nur differentieller Natur bestehen. Solche anzunehmen, liegen jedoch keinerlei Anhaltspunkte vor.

Ich konstruiere zunächst die Häufigkeitskurve für alle Sterne (n) und unter Ausschluß der verdächtigen (n_1). Als solche sind hier gemeint alle bekannten Doppelsterne, die Sterne mit großen Restgliedern v und die Sterne, deren Darstellung auffallende epochenweise Vorzeichenfolgen aufweisen. Es ergibt sich:

	π	n	n_1		π	n	n_1
>	+ 0".150	21	9	0".000 bis	- 0".049	191	136
+ 0".149 bis	+ 0.100	70	43	- 0.050	, - 0.099	85	57
+ 0.099	+ 0.050	135	99	- 0.100	- 0.149	27	12
+ 0.049	0.000	218	172	>	- 0.150	8	1

Eine Symmetriekurve ist angedeutet, aber der negative Ast fällt steiler ab als der positive, besonders unter den n_1 . Der Häufigkeitskurve entspricht ein m. F. von ± 0.072 , aus der Ausgleichung ergab sich ± 0.038 für die hellen Sterne und ± 0.048 für die schwachen.

Nach EB geordnet ergibt sich:

EB	n	π	n_1	π_1
> 0.0100	24	+ 0.0596	10	+ 0.0656
0.0099 — 0.0067	42	+ 162	30	+ 0.0246
0.0066 — 0.0034	123	+ 232	76	+ 233
0.0033 — 0.0000	522	+ 240	376	+ 217

Das Überwiegen großer Par. bei großen EB tritt deutlich hervor; in den 3 letzten Kategorien zeigt sich dieser Zusammenhang nicht. Günstiger gestaltet sich die Sache nach Ausschluß der verdächtigen Sterne unter π_1 . Ich bemerke, daß hier nur EB in AR vorliegen. Da für 259 helle Sterne die vollständigen EB von Auwers bestimmt sind, so habe ich noch nach diesen geordnet, jetzt auch unter Ausschluß der großen negativen Parallaxen, die ohne Frage nicht als reell angesehen werden können. Es ergibt sich:

EB	n_2	π_2	(π)
> 0.200	10	+ 0.0732	+ 0.0928
0.199—0.150	4	+ 540	+ 406
149 100	24	+ 283	+ 290
99 50	43	+ 238	+ 174
49 0	56	+ 32	+ 29

Jetzt zeigt sich ausgesprochene Gesetzmäßigkeit: Einer Änderung der EB um 0.050 entspricht eine solche in Par. um 0.0116. Die Darstellung ist unter (π) gegeben. In der ersten Kategorie, die stärker herausfällt, befinden sich einige Sterne mit starker EB und einer dieser nicht entsprechenden kleinen Par. (z. B. α Bootis). Die π_2 sind relative Par., die (π) aber sind als absolute anzusehen, da sie sich auf die unendlich ferne Ebene beziehen, in der jede EB verschwindet.

Setzt man die Anzahl der Sterne als Gewichte an, so ergibt sich im Mittel für die benutzten Sterne — bis zur Größe 6.5 — eine mittlere absolute Par. von $(\pi)_m = + 0^{\circ}.020$. Aus der Sonnenbewegung ergab sich (System II) $+ 0^{\circ}.017$. Dem Mittelwerte $(\pi)_m$ entspricht eine *EB* von $(\mu)_m = 0^{\circ}.090$. Nehmen wir an, daß aus diesem Wert die Mot. pec. eliminiert sind, so folgt für die mittl. Par. $+ 0^{\circ}.017$ eine Motus par. von $+ 0^{\circ}.070$. Die Übereinstimmung muß befriedigen.

Wir ordnen jetzt nach der Helligkeit:

	<i>n</i>	π	<i>n</i> ₁	π ₁	Kapteyn
bis 4.0	17	+ 0 ^o .0544	6	+ 0 ^o .0508	+ 0 ^o .0312
4.1—5.0	22	+ 255	8	+ 229	+ 214
5.1—6.0	87	+ 164	43	+ 149	+ 161
6.1—7.0	95	+ 48	74	+ 48	+ 122
8—9.2	486	+ 285	360	+ 239	+ 63

Die Par. der schwachen Sterne fallen stark heraus. Ein Gleiches zeigt sich auch bei den 163 Yale Parallaxen und ebenfalls weichen die von Campbell und Plummer abgeleiteten hyp. Par. von der Kapteynschen Formel ab (Lick Obs. Bull. VII, pag. 36). Es darf hier natürlich nicht vergessen werden, daß die Größenklasse im Mittel einer relativ geringen Anzahl von Sternen kein zuverlässiger Maßstab für die Parallaxen sein kann. Andererseits darf auch wohl die Kapteynsche Formel nicht als endgültig angesehen werden.

Schließlich untersuchen wir noch die Abhängigkeit der Parallaxe vom Spektraltypus. Nach der Potsdamer Spectr. D. M. sind bis zur Größe 7.5 enthalten in

Klasse	Ia	122 Sterne, davon 29 mit $\pi > 0^{\circ}.050$, 23.8 %
"	IIa	74 " , " 21 " — , 28.4 "
"	IIIa	23 " , " 4 " — , 17.4 "

Im Mittel ergibt sich

	alle Sterne	nach Auswahl	Ausschluss der grossen negativen π
Ia	+ 0 ^o .0151	+ 0 ^o .0073	+ 0 ^o .0119
IIa	+ 0.0211	+ 0.0175	+ 0.0226
IIIa	+ 0.0034	+ 0.0079	+ 0.0023

Es bestätigt sich also hier das wiederholt gefundene Resultat, daß die Sterne des Typus IIa bei gleicher Gesamthelligkeit uns am nächsten sind.

In unserem Programm sind leider nur wenige Sterne vorhanden, deren Parallaxen bereits von anderer Seite bestimmt sind. Unter den Yale-Parallaxen kommen folgende 8 vor:

AGC Nr.	Yale	München	AGC Nr.	Yale	München
490	+ 0.12	+ 0.116	5012	+ 0.03	+ 0.076 (τ Bootis)
1233	+ 0.109	+ 0.097 (α Tauri)	5168	+ 0.066	+ 0.198 (α „)
1399	+ 0.01	+ 0.093	5702	+ 0.09	+ 0.091 (γ Serp.)
4528	+ 0.12	- 0.020 (β Leon)	7897	+ 0.16	+ 0.086 (15 Sag.)

3 Sterne zeigen vollständige Übereinstimmung, 3 allenfalls noch innerhalb ihrer m. F. und 2 weichen stark voneinander ab, hierunter auch α Bootis.

Die Parallaxe der Hyaden ist von Kapteyn und de Sitter nach der Methode des latenten Bildes durch Ausmessung von Aufnahmen in Helsingfors und Bonn bestimmt. Gemeinsam sind mit den unsrigen 17 und 9 Sterne, davon haben 13 und 6 gute Übereinstimmung, 4 und 3 ungenügende.

Ich führe von ihnen nur α Tauri an:

$$\begin{aligned} \pi \text{ (Helsingfors)} &+ 0.079 \\ \text{(Bonn)} &- 0.005 \\ \text{(München)} &+ 0.097 \end{aligned}$$

Das Gewicht ist bei den beiden ersten nur sehr gering.

Unter der Annahme, daß die Sterne vom A Typus sich in Ebenen parallel zur Milchstraße bewegen, bestimmt Plummer (Lick Obs. Bull. VII) aus EB und Radialgeschwindigkeit ihre Parallaxen. In unsrer Liste sind 7 dieser Sterne enthalten, bei 4 findet Übereinstimmung statt. Für β Leonis findet Plummer + 0.394 (Yale und München siehe oben); der Wert ist ohne Frage viel zu groß.

Außerdem liegen vor

α Tauri	A. Hall	+ 0.102	α Bootis	Flint	+ 0.07
	Flint	+ 0.02		Yale	+ 0.066
	Yale	+ 0.109		München	+ 0.198
	Kapteyn	- 0.005	γ Serp	Flint	+ 0.05
	Jewdokimow	+ 0.04		Yale	+ 0.09
	München	+ 0.097		München	+ 0.091
42 Comae	Slocum	+ 0.058	15 Sagittae	Jost	+ 0.076
	München	- 0.011		Yale	+ 0.16
				München	+ 0.086

Es ist schwierig, aus solchen Zusammenstellungen weitere Schlüsse zu ziehen und Entscheidungen zu treffen, ob größere Differenzen zufälliger Natur sind, ob in dem einen oder anderen Falle systematische Fehler vorhanden sind oder ob sie reell sind, d. h. ob noch dritte Bewegungen die Werte beeinflussen. α Tauri ist ein vierfacher Stern, jedoch ohne merkliche Bewegungen der Komponenten. In unserem Falle ist die Darstellung nicht befriedigend; er ist in 7 Epochen 44 mal beobachtet, davon treten in 4 Epochen auffallende Vorzeichenfolgen auf. Das Restglied v ist $= + 0.0057$, liegt also an der Grenze der zufälligen Fehler.

Ebenso ist 42 Comae Doppelstern mit einer Umlaufzeit von 25 Jahren. Eine Fälschung der Parallaxe ist somit nicht ausgeschlossen.

Auffallen muß der große Unterschied der Parallaxen von α Bootis. Der Yale Wert ist sehr sorgfältig bestimmt und verdient großes Vertrauen. In unserem Falle läßt die Darstellung nichts zu wünschen übrig; der m. F. beträgt ± 0.039 . Zwischen Katalog *EB* und beobachteter findet volle Übereinstimmung statt. Helligkeit, Farbe und *EB* des Sterns sprechen offenbar für eine große Parallaxe. Rechnet man mit $\mu = 2.285$ und Rad. geschw. $= 4.7$ km die Gesamtbewegung, so folgt mit der Münchener Par. 54 km, mit der Yale Par. aber 164 km, ein Betrag, wie ihn nach unseren jetzigen Kenntnissen kein anderer heller Stern erreicht. Die Sterngröße auf $\pi = 1''$

reduziert, ist in dem einen Falle — 3.2, in dem anderen — 5.6. Je größer dieser Wert ist, um so weniger ist er bekanntlich mit der roten Farbe dieses Sterns zu vereinigen.

Weitere Einzelresultate zu besprechen, würde hier zu weit gehen. Ich beschränke mich deshalb nur noch auf einen Stern, der besonders auffällt, den Doppelstern 24 Com. Ber. Für diesen ergibt sich

	Nr.	Gr.						
B	4705	7.6	$\pi = +0.321 \pm 0.057$	$\mu = -0.0004$	$v = +0.0100$			
A	4706	5.1	$= +0.098 \pm 0.048$	—	7	+	10	

Die Parallaxen können nicht als reell betrachtet werden; die Darstellung ist durchaus unbefriedigend. B ist in 6 Epochen, A in 7 beobachtet mit je 35 und 40 Beob. Fast in allen Epochen treten in der Darstellung Vorzeichenfolgen auf. Ich habe die Ausgleichung unter Einführung eines quadratischen Zeitgliedes wiederholt, ohne jedoch ein besseres Resultat zu erzielen. Auwers hat den Doppelstern in 8 Zonen an durchweg je 10 Fäden beobachtet; die AR Differenz beträgt bei ihm 1:495, bei mir dagegen nur 1:410. Bewegungen der Komponenten zueinander sind bislang nicht festgestellt.

Fasse ich zum Schluß die Resultate kurz zusammen, so lauten sie

I. Das Registriermikrometer mit Handbetrieb hat sich hier vollkommen bewährt; systematische Fehler haben sich bis auf verschwindende Reste nicht ergeben. Will man die größte Genauigkeit erzielen, so empfiehlt es sich, eine größere Anzahl von Revolutionen zu beobachten und von jeder nur wenige Kontakte abzulesen.

II. Das Material in seiner Gesamtheit kann als sehr homogen bezeichnet werden.

1. Die in der üblichen Weise bestimmten Aufstellungsfehler decken sich ihrer Größe und Veränderlichkeit nach vollständig mit Schwankungen, wie sie die Beobachtungen selbst zu erkennen geben.

2. Der bereits aus anderen Beobachtungsreihen abgeleitete Orientierungsfehler des FC Auwers von der Form $An \operatorname{tg} \delta$ findet sich auch hier sowohl bei den Polsternen wie bei den Südsternen bestätigt.

3. Desgleichen die H. Gl. des FC Auwers.

III. Die Ergebnisse in ihrer Gesamtheit sind als reell anzusehen.

1. Die aus den Katalog EB (München 1910 — AGC XI 1875) abgeleiteten mittleren Parallaxen geben sowohl allgemein wie auch nach Helligkeiten und galaktischen Breiten der Sterne geordnet, das gleiche typische Bild, wie es besonders Herr v. Seeliger aus seinen Untersuchungen über die räumliche Verteilung der Fixsterne gewonnen hat.

2. Die beobachteten EB sind identisch mit den Katalog EB , vermindert um die Mot. par. der Gruppen.

3. In der Anordnung der EB und Parallaxen nach ihrer Größe zeigen sich zwar Symmetriekurven, die sich jedoch mit den Fehlerkurven nicht decken.

4. Zwischen EB und Parallaxe bestehen Gesetzmäßigkeiten, wie sie bereits anderweitig festgestellt sind.

5. Als mittlere absolute Parallaxe der Sterne bis zur Größe 6.5 ergibt sich $(\pi)_m = + 0''.020$, aus der Sonnenbewegung $+ 0''.017$.

6. Dem Werte $(\pi)_m$ entspricht eine mittlere EB von $(\mu)_m = 0''.090$, während sich aus der Sonnenbewegung eine solche von $0''.070$ findet.

7. Die Beziehung zum Spektraltypus bringt deutlich zum Ausdruck, daß die Sterne des II. Typus uns am nächsten sind.

8. In der Anordnung nach der Helligkeit zeigt sich bei den schwächeren Sternen keine Gesetzmäßigkeit, nur bei den hellsten.

IV. Die Resultate im Einzelnen können nicht sämtlich als reell angegeben werden; eine Entscheidung ist in jedem einzelnen Falle nicht möglich. Jedoch lassen teils völlig unge-

nügende Darstellungen, teils Differenzen zwischen Katalog *EB* und beobachteten auf noch vorhandene systematische Fehler schließen.

V. An Parallaxenbestimmungen sind künftig folgende Anforderungen zu stellen:

1. Die Anzahl der Epochen ist möglichst über die Mindestzahl auszudehnen.

2. Die Anzahl der Vergleichssterne ist zu erhöhen.

3. Die Resultate sind soweit wie möglich einer Prüfung zu unterwerfen, besonders durch Vergleichung der Zeitglieder mit den Katalog *EB*.

4. Massenbestimmungen von Parallaxen sind dringend erwünscht. Der Meridiankreis mit Registriermikrometer kann zu diesem Zwecke wertvolle Dienste leisten.
