bei 618 und 610. Dunkle Linien 585, 563, viel matter und verwaschener als früher; nach Rot scharf, nach Violett verwaschen. Feine dunkle Linien bei 528, 521, 515, 511, 505, anscheinend in ein mattes dunkles Band eingebettet. Bei 520-515 und 503-501 helle Knoten. Starker Doppelstreifen 501-498, violette Komponente am stärksten. Ein starker Streifen 491-489 scheint ebenfalls doppelt zu sein. H_{β} h., Mitte 487; d. 484. H_{γ} h. 438. H_{α} weitaus am hellsten, dann H_{β} , dann die grünen Lichtknoten, endlich H_{γ} . Zwischen H_{β} und H_{γ} keine hellen oder dunkeln Linien erkennbar. Zwischen 590 und 600 ebenfalls eine helle Stelle im Spektrum. Ohne Spalt ist das volle Sternbild nur in den Wasserstofflinien, nicht auch in den anderen Lichtknoten zu erkennen.

Juni 14, 15^h5-16^h2 $\pm$ Sternzeit. Die wesentlichste Änderung gegen gestern ist das Auftreten einer feinen, hellen, sehr scharfen Linie bei 588, die recht hell und auffällig ist. H_{α} h., sehr breit und intensiv, 655, 8-9 $\mu\mu$ breit. H_{α} d. 649; sehr scharf und dunkel. H_{β} h. 488, 2.5 $\mu\mu$ breit, bedeutend schwächer als H_{α} . Starker dunkler Streifen bei 563. Breites, mattes Band mit scharfer roter Kante bei 586 $\pm$, erstreckt sich bis etwa 570. Feine dunkle Linien 625 $\pm$, 619, 610. Bei 615 etwa 2 $\mu\mu$ breite helle Stelle, fast wie eine helle Linie. Heller Knoten 534-530 ganz undeutlich geworden; heller Knoten 520-516 noch schwächer als gestern. Bei 521 feine dunkle Linie. Mattes, breites, ungleichförmig dunkles Band 529-521. Sehr mattes dunkles Band 551-535. Starkes dunkles Band 515-504. Schwacher heller Knoten 504-501. Starker dunkler Streifen 501-499, nicht doppelt zu erkennen. Schwacher Lichtknoten 494. Ziemlich starker dunkler Streifen 490. H_{β} , dunkle Komponente, 485, nicht leicht zu sehen. H_{γ} h. 438 $\pm$. Volles Bild des Sternes ohne Spalt nur in H_{α} und H_{β} ; die anderen hellen Stellen nur unwesentlich breiter als mit Spalt. Das kontinuierliche Spektrum hört mit H_{α} im wesentlichen auf. Das Spektrum wird mehr und mehr diskontinuierlich.

Juni 16, 15^h7-16^h2 Sternzeit. H_{α} außerordentlich hell; Mitte 655. H_{α} d. nicht sicher zu sehen. Helle Linie 590. Matte dunkle Streifen bei 620, 609, 594 $\pm$ vermutet. Etwas hellere Stelle 615 $\pm$. Dunkles, nach Rot scharfes, nach Violett verwaschenes Band 589-570. Scharfe helle Linie 570, weniger hell als 590. Breites mattes dunkles Band 556 $\pm$ bis 538 $\pm$. Heller Knoten 537-532. Stärkeres dunkles Band 532-524. Sehr heller Knoten 524-519. Starkes dunkles Band 519-510. Sehr heller Knoten 510-502. Starker doppelter dunkler Streifen 501 und 499, eingebettet in breites dunkles Band 502-494. Sehr starker, ziemlich scharfer dunkler Streifen 494. Heller Knoten 494-488. Starker dunkler Streifen 487. Bei 471 $\pm$ scheint sich eine helle Stelle entwickeln zu wollen. Spektrum im ganzen wenig verändert gegen Juni 14.

Sternwarte Berlin-Babelsberg, 1919 Nov. 15.

Weitere Beobachtungen des Spektrums, meistens mit Ablesungen, sind Juni 18, 19, 21, 22, 30, Juli 3, Aug. 15, Sept. 21, 24, 26 gemacht worden. Von Juni 19 auf 21 änderte sich das Spektrum beträchtlich, auch von Juni 21 auf 22 noch merklich. Aug. 15 und besonders Sept. 21 war es wiederum stark gegen früher verändert.

Es ist noch von Interesse, die vorstehenden spektroskopischen Beobachtungen mit anderen zu vergleichen, die uns, wie eingangs erwähnt, von Herrn Dr. H. Kreusler zur Verfügung gestellt wurden. Zeit: Sommerzeit. Okularprisma mit Zylinderlinse am 16 cm-Reflektor.

Juni 10, 10^h5-11^h5. C und F sehr hell, D_3 nicht sichtbar. Starkes dunkles Band bei D [589 $\mu\mu$], starke Linie bei E [527 $\mu\mu$], starkes Band bei b [517 $\mu\mu$], ziemlich starkes Band zwischen b und F . Zwei dunkle Streifen zwischen C und D , und einer im Grün. An die brechbarere Seite von C und F schließen sich dunkle Linien an. Rot und Blaugrün Bandenspektrum-Charakter; dadurch Eindruck eines hellen Bandes im Rotorange. Helle Linie neben b nach Rot (?). Heller Streifen bei G und dunkle Streifen (unsicher). Nova = α Lyrae.

Juni 11, 10^h5-11^h5. Die dunklen Linien treten, außer bei D , schwächer hervor. H_{α} und H_{β} bedeutend heller als Juni 10. Charakter des Bandenspektrums tritt noch mehr hervor. Im Grün neben b nach Rot scheint helle Linie. N_{1-2} α Aquilae.

Juni 13, 11^h3-11^h7. H_{α} sehr hell und scharf, H_{β} hell und breiter als H_{α} , H_{γ} gut sichtbar und breit. Sonst ausgesprochenes Bandenspektrum, helle Kanten der hellen Banden nach der violetten Seite. Die stärksten dunkeln Banden etwa bei b und in der Mitte zwischen b und F . α Aquilae 0-1 N .

Juni 14, 11^h1/2^h $\pm$ bis 12^h0. H_{α} sehr hell und scharf, H_{β} schwächer und breit. H_{γ} deutlich sichtbar. Die dunkeln Banden sind noch verstärkt. Sonst keine hellen Linien. α Aquilae 2 N .

Juni 16, 11^h1/2^h $\pm$ bis 12^h0. Spektrum wesentlich unverändert. Die dunkeln Banden bei D und die erste im Grün (von D aus) sind tiefer. Banden im Blau eben erkennbar. H_{γ} gut zu sehen. Farbe der Nova ausgesprochen gelb. N_2 α Ophiuchi.

Juni 18, 11^h8. $N = \alpha$ Ophiuchi.

Juni 19, 11^h $\pm$ bis 11^h8. Spektrum nicht geändert, nur lichtschwächer und die beiden Banden zwischen b und F tiefer und breiter. H_{α} sehr hell, H_{β} hell und verbreitert, H_{γ} gut zu sehen. Farbe der Nova tief gelb bis orange. α Ophiuchi 1-2 N , N_{3-4} β Ophiuchi.

Die beiderseitigen Wahrnehmungen bestätigen sich in sehr befriedigender Weise.

P. Guthnick, P. Hügeler.

Über die Entfernung des großen Orionnebels. Von Östen Bergstrand.

Die Tatsache, daß viele der helleren Sterne im Orion, z. B. β , γ , δ , ϵ , ζ , κ usw., der Klasse der Heliumsterne (Ib nach Vogel, B nach Cannon-Pickering) angehören, hat sich schon lange auffällig gemacht, und man hat ja deswegen diesem Sterntypus oft den Namen, Oriontypus gegeben.

Bekanntlich bilden die Heliumsterne im Orion eine

deutlich abgetrennte Gruppe, und zwar haben verschiedene Untersuchungen unzweifelhaft dargelegt, daß diese Sterngruppe mit dem großen Orionnebel physisch verbunden ist. In einer jüngst erschienenen Abhandlung (Nova Acta R. Soc. Scient. Upsal., Ser. IV, Vol. 5, No. 2, 1919) habe ich die Gruppe der Heliumsterne im Orion behandelt und bin dabei u. a.

zu einer Bestimmung der mittleren Parallaxe derselben gelangt. Da die Parallaxe dieser Sterne insofern ein beträchtliches Interesse beanspruchen kann, als sie, nach dem eben gesagten, einen Aufschluß über die Entfernung des Orionnebels gibt, mag hier ein kurzer Bericht über die Bestimmung Platz finden. Betreffs der näheren Details der Untersuchung muß ich auf die genannte Abhandlung verweisen.

Die lateralen Eigenbewegungen der bezüglichen Sterne sind bekanntlich sehr klein. Indem ich trotzdem es unternehmen habe, die Parallaxe aus den Bewegungen herzuleiten, bin ich von den folgenden Tatsachen und Gesichtspunkten ausgegangen.

Die Radialgeschwindigkeiten einer Anzahl dieser Sterne sind verhältnismäßig gut bestimmt. Sie haben dargetan, daß die gemeinsame Bewegung der Gruppe in bezug auf unser Sonnensystem hauptsächlich der Sonnenbewegung zuzuschreiben ist, die fast gerade von der fraglichen Himmelsgegend weg gerichtet ist.

Man kann sich nun zwei verschiedene Methoden denken, nach welchen man die beobachteten Bewegungen der in Frage stehenden Sterne zur Bestimmung der mittleren Entfernung derselben verwerten kann:

1) Infolge des Entfernens der Gruppe von unserem Sonnensystem müssen die scheinbaren gegenseitigen Abstände der ihr angehörnden Sterne im Durchschnitt beständig abnehmen: die Gruppe wird sich allmählich zusammenziehen scheinen. Wenn man dieses Zusammenziehen aus den Eigenbewegungen bestimmen kann, so ist daraus, in Verbindung mit der bekannten mittleren Radialgeschwindigkeit, auf die Entfernung zu schließen.

2) Wenn man von der Voraussetzung ausgeht, daß die relativen inneren Bewegungen in der Gruppe mit gleicher Wahrscheinlichkeit in der Richtung gegen unser Sonnensystem wie in einer dazu senkrechten Richtung sich vollziehen, so kann man aus einem Vergleich der in Bogenmaß ausgedrückten, relativen lateralen Eigenbewegungen mit den in absolutem

Maß angegebenen relativen Radialgeschwindigkeiten die Entfernung der Gruppe ableiten.

Die Hauptschwierigkeit liegt jedenfalls in der Kleinheit der lateralen Eigenbewegungen. Obgleich mehrere von diesen Sternen Fundamentalsterne sind, für welche sehr zahlreiche und genaue Meridianbeobachtungen vorliegen, haben die Eigenbewegungen kaum einigermaßen sicher festgestellt werden können. Es steht aber zu erwarten, daß durch die Berechnung der relativen Bewegungen das Ziel leichter zu erreichen sei. Diese unweit voneinander liegenden Sterne sind im allgemeinen unter ähnlichen Verhältnissen beobachtet worden (an denselben Beobachtungsabenden, in nahe denselben Zenitdistanzen usw.), und man ist wohl berechtigt anzunehmen, daß die systematischen Fehler der verschiedenen Sternkataloge in den relativen Positionen größtenteils eliminiert sind. Wenn man sich auf die gegenseitigen Distanzen der Sterne beschränkt, kommt außerdem die Präzession ganz außer Betracht.

Im ganzen sind 18 Sterne zu der Untersuchung herangezogen worden, für welche aus den vorhandenen Spektralbeobachtungen die Radialgeschwindigkeiten abgeleitet werden konnten. Für 13 von diesen Sternen habe ich eine Bearbeitung der einer großen Menge von Sternkatalogen von 1755–1900 entnommenen Orte vorgenommen. Die Distanzen zwischen δ Orionis und den 12 übrigen wurden für die verschiedenen Epochen berechnet und die jährlichen Veränderungen dieser Distanzen abgeleitet.

In der nachstehenden Tabelle sind die Hauptergebnisse dieser Rechnungen zusammengestellt. In den drei ersten Kolonnen sind der Name, die Größe und das Spektrum der Sterne angegeben. Die 4. und 5. Kolonne enthalten die Distanz s und den angenäherten Wert des Positionswinkels ψ in bezug auf δ Orionis, geltend für die in der 6. Kolonne angegebene Epoche; die 7. Kolonne enthält die jährliche Veränderung Δs von s , und die 8. Kolonne die Radialgeschwindigkeit V , befreit von dem konstanten Fehler -4.7 km nach Campbell.

Stern	Größe	Spektr.	s	ψ	Epoche	Δs	V
π^4 Orionis	3 ^m 8	B3	11° 46' 19".79 $\pm$ 0".06	299° 4	1882	+0".0065 $\pm$ 0".0036	+18.6 km
π^5 »	3.8	B3	9 49 33.17 $\pm$ 0.07	285.5	1878	+0.0057 $\pm$ 0.0033	+19.5
τ »	3.7	B5	7 27 54.81 $\pm$ 0.08	208.1	1878	+0.0126 $\pm$ 0.0042	+13.3
λ Leporis	4.3	B2	13 14 26.30 $\pm$ 0.07	192.8	1867	-0.0051 $\pm$ 0.0027	+16.3
σ Orionis	4.7	B3	2 33 44.40 $\pm$ 0.13	267.4	1877	+0.0021 $\pm$ 0.0059	+23.3
Boss 1295	5.8	B3	—	—	—	—	+17.7
η Orionis	3.4	B1	2 49 5.55 $\pm$ 0.05	221.2	1879	+0.0033 $\pm$ 0.0026	(+30.8)
γ »	1.6	B2	6 52 0.58 $\pm$ 0.06	344.8	1874	-0.0115 $\pm$ 0.0025	+13.3
ψ^2 »	4.7	B2	3 37 56.48 $\pm$ 0.16	338.4	1861	-0.0260 $\pm$ 0.0056	+7.3
Boss 1332	5.7	B3	—	—	—	—	+16.9
δ Orionis	2.2	B	—	—	—	—	+14.0
ν »	4.8	B	7 0 8.19 $\pm$ 0.15	179.5	1871	+0.0130 $\pm$ 0.0060	+12.3
Boss 1362	4.8	B1	—	—	—	—	+24.3
ι Orionis	2.9	Oe5	—	—	—	—	+16.8
ϵ »	1.6	B	1 23 9.53 $\pm$ 0.04	129.9	1872	-0.0040 $\pm$ 0.0020	+19.8
ζ »	1.7	B	2 44 9.98 $\pm$ 0.06	126.2	1871	+0.0009 $\pm$ 0.0025	+12.8
Boss 1399	5.1	B3	—	—	—	—	+21.4
κ Orionis	2.1	B	10 9 23.88 $\pm$ 0.06	156.6	1876	+0.0097 $\pm$ 0.0032	+16.3

Für die mittlere Radialgeschwindigkeit der Gruppe ergibt sich $V_m = +16.7$ km $\pm$ 0.7 km in guter Übereinstimmung mit dem für den Orionnebel geltenden Wert +17.4 km.

Die jährlichen Distanzveränderungen Δs sind auf drei Ursachen zurückzuführen: die individuelle Bewegung jedes Sterns, die Bewegung von δ Orionis und die perspektivische Zusammenziehung der ganzen Gruppe. Ich bezeichne mit σ

die Bewegungskomponente eines Sterns in dem größten Kreise, der den Stern mit δ Orionis verbindet, ferner seien μ und p der Betrag und der Positionswinkel der Bewegung von δ Orionis und π die mittlere Parallaxe der Gruppe. Man hat also in genügender Annäherung:

$$\Delta s = \sigma - \mu \cos(p - \psi) - 0.212 V_m \pi \sin s.$$

Von dieser Fundamentalgleichung ausgehend, kann man zur Bestimmung der Parallaxe π die beiden oben angedeuteten Wege einschlagen.

Um die erste Methode zu verfolgen, kann man die relativen Bewegungen als zufällige Abweichungen betrachten, die ohne systematischen Charakter sind und die sich gegenseitig aufheben, und demgemäß $\sigma = 0$ setzen. Dann gibt jeder Stern zu einer Gleichung mit den drei Unbekannten μ , p und π Anlaß. Durch Auflösung dieser Gleichungen nach der Methode der kleinsten Quadrate bekommt man einen Wert von π . Ich habe in dieser Weise gefunden:

$$\pi = +0''.0044 \pm 0''.0049.$$

Diese Methode hat somit nur zu dem Ergebnis führen können, daß die Parallaxe sehr klein sein muß. Es dürfte wohl jedenfalls durch diese Bestimmung festgestellt worden sein, daß man als obere Grenze für die Parallaxe den Wert $0''.01$ setzen kann.

Die zweite Methode führt zu einer genaueren Bestimmung der Parallaxe. Durch eine Diskussion der Radialgeschwindigkeiten bin ich zu dem Ergebnis gelangt, daß, wenn die Beobachtungsfehler berücksichtigt werden, der wahrscheinliche numerische Wert $\bar{q}$ der relativen Radialbewegung $V - V_m$ eines Sterns zwischen 2.1 km und 2.9 km liegt und daß man mit guter Annäherung

$$\bar{q} = 2.5 \text{ km}$$

setzen kann. Wenn man den wahrscheinlichen Wert $\bar{\sigma}$ der lateralen relativen Bewegungen σ angeben kann, wird die Parallaxe π aus der Beziehung

$$\bar{\sigma} = 0.212 \bar{q} \pi \quad \text{bestimmt.}$$

Die Methode, nach welcher ich den Wert von $\bar{\sigma}$ abgeleitet habe, setzt voraus, daß die gegenseitigen Bewegungen der Sterne der Gruppe nach dem Fehlergesetz verteilt sind, eine Voraussetzung die nach den Untersuchungen von *Kapteyn* in betreff der Heliumsterne durchaus berechtigt sein dürfte.

In den nach der vorigen Methode gebildeten Bedingungs- gleichungen habe ich nacheinander verschiedene Werte für π

eingesetzt und die so erhaltenen Systeme von Gleichungen mit nur zwei Unbekannten μ und p nach der Methode der kleinsten Quadrate aufgelöst. Die bei diesen Auflösungen erhaltenen wahrscheinlichen Fehler einer Gleichung können, nachdem die wahrscheinlichen Beobachtungsfehler berücksichtigt worden sind, als angenäherte, den angenommenen Werten von π entsprechende Werte von $\bar{\sigma}$ betrachtet werden. Durch Interpolation läßt sich dann ohne Schwierigkeit dasjenige Wertsystem π , $\bar{\sigma}$ bestimmen, das gleichzeitig die Bedingung

$$\bar{\sigma} = 0.212 \bar{q} \pi$$

erfüllt. Nach dieser Methode ergab sich schließlich für die Parallaxe der Wert

$$\pi = 0''.008.$$

Es ist schwer, den wahrscheinlichen Fehler des so gefundenen Wertes anzugeben, doch läßt er sich durch Abschätzung der den gemachten Annahmen anhaftenden Unsicherheit auf etwa $\pm 0''.001$ veranschlagen.

Kapteyn hat für die große, diese Himmelsgegend umfassende Heliumsterntrift eine mittlere Parallaxe von $0''.0081$ berechnet (ApJ 47, 1918). Die Oriongruppe (»Nebelgruppe«) ist eine mehr lokale Gruppe, für welche *Kapteyn* aus gewissen Gründen eine etwas kleinere Parallaxe, $0''.0054$, ansetzt. Die von mir gefundene Parallaxe stimmt mit dem erstgenannten Wert vollständig überein. Es scheint also, daß die Oriongruppe und der damit verbundene Orionnebel einen Bestandteil der genannten großen Heliumsterntrift ausmachen. Vielleicht ist die Oriongruppe als eine Art Kern der großen Trift aufzufassen. Der von *Kapteyn* vermutete Unterschied zwischen der mittleren Parallaxe der Trift und der lokalen Gruppe ist nicht größer, als daß eine solche Schlußfolgerung wohl berechtigt scheint. Jedenfalls dürfte die Entfernung des großen Orionnebels nunmehr als der Größenordnung nach sicher festgestellt anzusehen und zu etwa 125 Parsec zu veranschlagen sein.

Schließlich ist noch zu erwähnen, daß für einige der Oriongruppe angehörige Sterne (δ , ζ , σ und 32 Orionis) hypothetische Parallaxenwerte von *Stebbins* (ApJ 42, 1915) und von *Hertzsprung* (ApJ 47, 1918) berechnet worden sind. Das aus diesen allerdings recht unsicheren Werten gebildete Mittel $0''.0078$ stimmt zufälligerweise mit dem oben gefundenen Wert ganz gut überein.

Upsala, Sternwarte, 1920 Januar.

O. Bergstrand.

Jupiterstrabanten.

Die augenblickliche Bahnlage der Jupitersmonde zur Sonne und Erde läßt häufige Bedeckungen der Trabanten untereinander und gegenseitige Beschattungen wahrscheinlich erscheinen. Am 60 cm-Refraktor beobachtete ich z. B. in allen Einzelheiten:

Febr. 18 Bedeckung von III durch II GröÙte Phase 0.2
 » 19 » » IV » II » » 0.3 od. mehr
 » 19 Beschattung » III » I » » 0.4
 » 19 Berührung » III » I

Febr. 19 gegen 18^h m. Z. Gr. muß außerdem BD + 18° 20' 94 (9^m0) nahe zentral durch Jupiter bedeckt worden sein.

K. Graff.

Wenn auch jetzt Bedeckungen der Jupiterstrabanten untereinander wegen der diesjährigen Stellung des Jupiter

häufig sein werden, so möchte ich doch eine Bedeckung von IV durch II erwähnen, die durch die außergewöhnliche Dauer auffiel. Als ich am 19. Februar abends 6^h 10^m M. E. Z. zum erstenmal Jupiter beobachtete, bemerkte ich sofort das Fehlen von IV; ich nahm an, daß derselbe von II bedeckt sei, wartete jedoch lange Zeit vergeblich auf sein Erscheinen. In der Zeit von 6^h 45^m bis 8^h 4^m erschien mir das kleine Scheibchen von II länglich (keine gute Luft), und zwar erschien mir der auf die Jupitersscheibe zustehende Teil lichtschwächer, was darauf schließen ließ, daß IV ostwärts stand und noch schneller als II scheinbar lief (beide Trabanten näherten sich von Westen her dem Jupiter). Bei meinen Beobachtungen um 8^h 20^m, 8^h 50^m, 9^h 10^m, 10^h 5^m erschien das Scheibchen von II bei guter Luft völlig rund; endlich, um