von ihm, etwa wie von einem veralteten Gebrauchsstück. Mit einem Faden versehen, würde er aber eine schätzbare Bereicherung der griechischen Meßwerkzeuge geworden sein, da er Azimuth-Beobachtungen erlaubte, auf die man sonst nicht eingerichtet war; erst die Araber führten die Azimuth-Bewegung ein (Nachtrag II).

Von Interesse sind noch die Mittheilungen über den Ursprung der Kreistheilung in 360° . *Epping*, auf den sich *Schiaparelli* bezieht, schreibt in Bezug auf die Tages-Eintheilung (Astronomisches aus Babylon, Freiburg 1889, S. 183): »Der ganze Tag wird dort (in unsern Tafeln) in 6 Theile zerlegt, und jeder Theil in 60 Unterabtheilungen, so daß der ganze Tag analog wie der Kreis in 360 Theile zerfällt, wodurch jeder Theil gleich 4 unserer Minuten ist. Der Rechnung wegen geht dann die Zerlegung in 60 und dann wieder in 60 noch weiter.« Ähnlich sagt *Kugler* (Ergänzung I zu Sternkunde in Babel, I, VI): »Die Maße des II. (Zeit) Systems: KAS-BU (bēru) = 2^h und $U\dot{S} = 4^m$, sind, obwohl an sich Zeitmaße, infolge ihres innigen Zusammenhanges mit der scheinbaren Bewegung des Himmels zugleich der Ausdruck für die scheinbare Entfernung (Winkeldistanz) zweier auf einander folgenden Sterne mit beiläufig gleichem Abstand am Aequator. Selbst die moderne Astronomie giebt die Rektaszension, also eine Bogenlänge auf dem Aequator, durch die entsprechende Zeit an. Der Zusammenhang zwischen Zeit und Himmelsbewegung tritt aber im Babylonischen noch klarer hervor, indem hier, der Kreistheilung in 360° entsprechend, auch der Volltag in 360 Theile ($U\dot{S}$) zerlegt ist. Es wäre jedoch verfehlt, daraus zu folgern, die Babylonier hätten schon frühzeitig oder irgendwann die Lage des Himmelsaequators bestimmt und ihn von einer gewissen Stelle (sei es einem Stern oder einem der Aequinoctialpunkte) an in 360 Theile zerlegt. Noch viel weniger wäre es zulässig, daraus die Kenntniß und den Gebrauch von Aequatorialkoordinaten bei den Babylonern abzuleiten.« — Und *Schiaparelli* fügt hinzu (2.8): »La divisione della rivoluzione diurna in 360 gradi temporali si trova già in un documento dell'epoca di *Cambise* (ca. 500 v. Ch.), quella del circolo in 360 gradi è forse ancora più antica, e probabilmente l'una è derivata dall'altra. — La misura in gradi sembra tuttavia non fosse usata a Babilonia che per grandi archi della sfera celeste, e specialmente per la divisione dei segni zodiacali in 30 parti. Per gli archi minori e per definire le

posizioni dei pianeti o della Luna rispetto alle stelle vicine, si trova di preferenza usato il cubito (ammat) equivalente a $2^\circ 24'$, e diviso a sua volta in 24 ubānu (pollici)«.

Die drei Sachverständigen stimmen überein in der Annahme eines Zusammenhanges zwischen Zeit- und Kreistheilung und scheinen die letztere für die ältere zu halten, ohne sich indessen des Näheren darüber auszusprechen. Die Kreistheilung wurde aber von den Babyloniern (nach *Strassmaier* und *Schiaparelli*) noch wenig verwandt, während sie durch den fortwährenden Rundlauf der Gestirne, besonders der Sonne, auf ein Messen dieser Bewegung, die die Zeit giebt, unaufhörlich hingewiesen wurden. Man kommt daher in Versuchung, die Theilung nach Zeit als die ältere anzunehmen. Es stellte sich sicher bald ein Bedürfniß heraus, die einzelnen Tages-Umläufe in Untertheile zu zerlegen, und dazu gab der Halbmesser das natürlichste und auch beste Mittel, weil die Richtigkeit seines Abtrags auf dem Umkreise sich durch das Zusammenfallen des Ausgangs mit dem Endpunkte selbst ausweist. Diese nächstliegende Eintheilung in sechstel Umgänge mag bei einfacher Lebensführung durch lange Zeiten für den täglichen Gebrauch genügt haben; dann zerlegte man jedes der Sechstel in Hälften und Viertel (Stunden; $4^h = 2 \text{ kasbu} = 60^\circ$), und als man endlich zu genaueren Messungen überging, theilte man jedes in 60 Theile, wie es bei den Babyloniern üblich war, wenn es sich darum handelte, ein gegebenes Maß in viele Untertheile einzutheilen, und wie es die Griechen und Araber nachgeahmt haben. So bekam man auf den vollen Umkreis 360° , und wenn man weiter gehen wollte, theilte man jeden Grad wieder in 60 (Minuten) und nöthigenfalls noch jede Minute in 60 Secunden, und so machen wir es noch heute. — Es scheint demnach nichts der Annahme zu widersprechen, daß die Kreistheilung sich aus der Zeit-Theilung entwickelt hat, bei der die groben Untertheilungen nach Stunden, später auch nach Zeitminuten (prima minuta) und Zeitsecunden (secunda minuta) beibehalten wurden. — Bei trigonometrischen Berechnungen an der Himmelssphäre wendet man aber auch für den Stundenwinkel die 360° -Theilung an, und bei Aequatorealen pflegt man dementsprechend den Stundenkreis mit Gradtheilung zu versehen, aber in Stunden und Zeitminuten zu beziffern, zur bequemeren Einstellung nach den Ephemeriden.

Bemerkungen zu *Perrines* Untersuchungen über die Radialgeschwindigkeiten der Helium-Sterne. Von *H. Ludendorff*.

An Herrn *W. W. Campbells* Katalog der Radialgeschwindigkeiten von Helium-Sternen¹⁾ haben sich verschiedene Untersuchungen über die Bewegung dieser Sterne und über die Bedeutung des positiven Überschusses *K* ihrer absoluten Radialgeschwindigkeiten geschlossen. Vor allem sind die beiden großen Abhandlungen von *Kapteyn*²⁾ zu nennen, in denen auf Grund gemeinsamer Strombewegungen der B-Sterne Parallaxen und absolute Helligkeiten für eine große Zahl von ihnen abgeleitet sind. Ich selbst habe dargelegt³⁾, daß die Größe *K* von der Stellung der Sterne in der *Lockyerschen* Klassifikation der Helium-Sterne abzuhängen scheint, während Herr *Perrine*

in einer ersten Abhandlung⁴⁾ nachweisen zu können glaubte, daß die absoluten Radialgeschwindigkeiten der Helium-Sterne stark von der scheinbaren Helligkeit abhängen. Darauf konnte ich zeigen⁵⁾, daß auf Grund des vorhandenen Beobachtungsmaterials eine solche Abhängigkeit nicht behauptet werden kann, und daß sich auch eine Abhängigkeit der Größe *K* von der absoluten Helligkeit bisher nicht feststellen läßt. Herr *Perrine* hat nun kürzlich eine zweite Abhandlung veröffentlicht⁶⁾, in der er zu weiteren merkwürdigen Ergebnissen gelangt; auch diese lassen sich aber im wesentlichen nicht aufrecht erhalten, wie ich im folgenden zeigen möchte. Dieser

¹⁾ Lick Bull. Nr. 195.

²⁾ ApJ 40.43 (im folgenden als KI zitiert) und ApJ 47.104 (KII).

³⁾ AN 190.193 (I.1).

⁴⁾ ApJ 41.315 (PI).

⁵⁾ AN 202.75 (I.11).

⁶⁾ ApJ 48.145 (PII) [vgl. auch *Perrines* Untersuchungen in ApJ 42.305, 43.286, 44.244].

Nachweis scheint mir notwendig zu sein im Hinblick auf das ziemlich weitgehende Interesse, welches die Frage der Deutung der Größe K bietet. Herr *Perrine* ist der Ansicht, daß die Größe K eine reelle Bewegung in der Richtung von uns weg bedeutet¹⁾. Er glaubt beweisen zu können, daß die helleren und näheren B-Sterne fast ausschließlich eine Bewegung nach auswärts besitzen, während unter den schwächeren und entfernteren ein beträchtlicher Prozentsatz von solchen vorhanden ist, die sich uns nähern. Dieses Gesetz sucht Herr *Perrine* durch eine Tabelle zu belegen, die ich in nur wenig ver-

änderter Form hier wiedergebe. Die Sterne der Klassen Bo bis B5 sind in zwei Abteilungen gesondert, je nachdem die Eigenbewegung $\mu \leq 0''.029$ oder $> 0''.030$ ist. Innerhalb jeder dieser beiden Abteilungen werden die Sterne nach ihrer scheinbaren Helligkeit geordnet und innerhalb der einzelnen Helligkeitsgruppen (I: 2^m2 und heller, II: 2^m3 bis 2^m9, III: 3^m0 bis 3^m9, IV: 4^m0 bis 4^m9, V: 5^m0 und schwächer) wird die mittlere Größe M , die mittlere absolute Radialgeschwindigkeit V (nicht von K befreit!) und die mittlere Eigenbewegung μ gebildet. Es ergibt sich dann nach *Perrine* folgende Tabelle:

$\mu \leq 0''.029$.						
	M	V	μ	n	n_1	$\frac{n_1}{n}$
I	1 ^m 9	+ 6.4 km	0''.007	6	0	0
II	2.7	+ 11.5 »	0.014	5	0	0
III	3.6	+ 7.4 »	0.016	22	1	5
IV	4.6	+ 3.9 »	0.013	59	17	29
V	5.2	+ 1.7 »	0.017	16	7	44

$\mu \geq 0''.030$.						
M	V	μ	n	n_1	$\frac{n_1}{n}$	
1 ^m 6	+ 5.5 km	0''.060	9	1	11	
2.8	+ 7.6 »	0.045	7	0	0	
3.5	+ 5.2 »	0.046	16	3	19	
4.5	+ 6.0 »	0.043	31	7	23	
5.3	+ 5.9 »	0.040	8	2	25	

n bedeutet die Zahl der Sterne in jeder Gruppe, n_1 die Zahl derjenigen unter ihnen, die sich uns nähern, und in den mit $\frac{n_1}{n}$ überschriebenen Spalten steht das in Prozenten ausgedrückte Verhältnis $n_1 : n$. Nach *Perrines* Ansicht beweist der Verlauf dieser Prozentzahlen die oben angegebene Regel. Es ist nun zu beachten, daß infolge der Verschiedenheiten der μ die in der rechten Hälfte der Tabelle enthaltenen Sterne uns durchschnittlich viel näher sein werden als die der linken Hälfte und daß ferner die Sterne der Gruppe I der linken Hälfte trotz ihrer großen Helligkeit vermutlich sehr weit entfernt sind, da μ sehr klein ist. Um zu einer Abschätzung der mittleren Parallaxen zu gelangen, benutze ich die von *Van Rhijn*²⁾ gegebene Tabelle über den Zusammenhang zwischen Parallaxe, Eigenbewegung und Helligkeit bei den Helium-Sternen. Entnimmt man dieser Tabelle die den Werten M und μ entsprechenden Parallaxen π und ordnet das ganze Material nach der Größe von π , so erhält man folgende Zahlen:

π	M	μ	n	n_1	$\frac{n_1}{n}$
0''.0229	1 ^m 6	0''.060	9	1	11
0.0155	2.8	0.045	7	0	0
0.0145	3.5	0.046	16	3	19
0.0123	4.5	0.043	31	7	23
0.0105	5.3	0.040	8	2	25
0.0056	3.6	0.016	22	1	5
0.0054	2.7	0.014	5	0	0
0.0049	5.2	0.017	16	7	44
0.0041	4.6	0.013	59	17	29
0.0031	1.9	0.007	6	0	0

Die Parallaxen zerfallen deutlich in 3 Gruppen; faßt man innerhalb jeder dieser Gruppen die Zahlen zusammen, wobei die n als Gewichte dienen, so findet sich:

π	n	n_1	$\frac{n_1}{n}$
0''.0229	9	1	11
0.0130	62	12	19
0.0045	108	25	23

Zwar zeigen die Prozentzahlen ein Anwachsen mit abnehmender Parallaxe, aber offenbar ist man nicht berechtigt, diesen Gang

als reell anzusehen, denn schon eine Vergrößerung von n und n_1 in der ersten Zeile um eine Einheit würde ihn verschwinden lassen. Eine Abhängigkeit der Prozentzahlen von der Entfernung kann also nicht als bewiesen angesehen werden. Dieses Ergebnis ändert sich auch nicht, wenn man noch die in *Adams'* Katalog der Radialgeschwindigkeiten³⁾ von 500 Sternen enthaltenen 27 Sterne der Klassen Bo bis B5 in die Betrachtung einbezieht. Auch eine Abhängigkeit der Prozentzahlen von der absoluten Helligkeit ist nicht vorhanden, wie eine nähere Untersuchung zeigt.

In I_{II} hatte ich, wie schon erwähnt, gezeigt, daß sich eine Abhängigkeit des Wertes K von der absoluten Helligkeit nicht feststellen läßt. Ich hatte mich dabei auf die in K_I abgeleiteten absoluten Helligkeiten gestützt, sowie auf einige weitere, die ich überschlagsweise berechnet hatte. Inzwischen sind nun durch das Erscheinen von K_{II} weitere zuverlässige absolute Helligkeiten bekannt geworden, und ich möchte daher die Untersuchung wiederholen, wobei ich nunmehr nur noch die in K_I und K_{II} enthaltenen absoluten Helligkeiten benutze. Nach Ausschluß derjenigen Sterne, deren Radialgeschwindigkeiten auf nur einer Beobachtung beruhen, sowie einiger nachträglich als spektroskopisch doppelt erkannt, bleiben 105 Sterne übrig, die hier verwandt werden können. Sie liefern folgende Zahlen (R erhält man aus den beobachteten Radialgeschwindigkeiten, wenn man die auf die Sonne als Koordinatenanfang bezogene Sternbewegung und die Größe $K = +4.3$ abzieht):

I. Gruppe. Absolute Helligkeiten $M = -4.7$ bis -1.3 . Mittleres $M = -2.4$. Mittleres $R = +1.4$ km (m. F. = ± 1.03 km). Mittleres Spektrum B 2.4. 52 Sterne.

II. Gruppe. Absolute Helligkeiten $M = -1.2$ bis $+1.5$. Mittleres $M = -0.3$. Mittleres $R = -1.0$ km (m. F. = ± 0.89 km). Mittleres Spektrum B 3.3. 53 Sterne.

Die Differenz der beiden Mittelwerte von R ist 2.4 km mit einem m. F. von ± 1.36 km. Ein Unterschied der K -Werte für 2 Sterne der Klasse B, die in ihrer absoluten Helligkeit um 2^m verschieden sind, läßt sich also bisher nicht gewährleisten.

¹⁾ Um Mißverständnisse zu vermeiden, bemerke ich, daß es mir fernliegt, diese Ansicht bekämpfen zu wollen. Ich betrachte die ganze Frage nach der Deutung der Größe K noch als offen.

²⁾ Derivation of the Change of Colour with Distance and Apparent Magnitude. (Groningen 1915), S. 82.

³⁾ ApJ 42.172.

In *LII* wurde auch die Abhängigkeit des absoluten Betrages der R von der absoluten Helligkeit untersucht. In den gefundenen Zahlen trat ein Gang (Maximum der R für Sterne mittlerer Helligkeit) auf, der aber nicht reell zu sein brauchte. In der Tat verschwindet dieser Gang, wenn man die Rechnung mit Hilfe des jetzt zur Verfügung stehenden Materials von 105 *Kapteynschen* Sternen wiederholt; es ergeben sich nämlich folgende Zahlen:

M	R	"	m. F.
-4.7 bis -2.4	5.9 km	21	± 1.38 km
-2.3 " -1.7	5.1 "	19	± 0.94 "
-1.6 " -1.1	5.5 "	21	± 1.33 "
-1.0 " -0.2	5.0 "	22	± 0.77 "
-0.1 " +1.5	4.2 "	22	± 0.69 "

Höchstens ist jetzt eine kleine Abnahme der R mit abnehmendem M angedeutet, doch sind die m. F. viel zu groß, als daß diese Erscheinung Beachtung beanspruchen könnte.

Die einzige positive Erkenntnis, die sich bisher bei den B-Sternen in betreff der Größe K ergeben hat, ist die in *L₁* gewonnene, daß K abhängig zu sein scheint von der Stellung des Sternes in der *Lockyerschen* Klassifikation. Neuerdings hat *Lockyer* noch eine größere Zahl von Sternen nach seinem

System klassifiziert, seine Veröffentlichungen darüber sind mir aber bisher nicht zugänglich gewesen. Dagegen hat Herr *Gerassimowitsch*¹⁾ dieses neue Material zu einer Prüfung der Frage benutzt. Auch seine Arbeit ist mir nur durch ein Referat von Herrn *Fowler*²⁾ bekannt geworden; es geht aber aus diesem Referat hervor, daß die Ergebnisse von *L₁* sich bestätigen.

Der wesentliche Inhalt der vorliegenden Notiz läßt sich, wie folgt, zusammenfassen:

1. Die Regel, daß mit zunehmender Entfernung der Prozentsatz der sich uns nähernden Helium-Sterne wächst, kann nicht als bewiesen gelten.

2. Ein Unterschied der K -Werte für 2 Helium-Sterne, die in ihrer absoluten Helligkeit um 2 Größenklassen verschieden sind, läßt sich nicht gewährleisten.

3. Eine Abhängigkeit des absoluten Betrages der (wegen K korrigierten) absoluten Radialgeschwindigkeit eines Helium-Sternes von der absoluten Helligkeit ist nicht nachweisbar.

4. Neuere Untersuchungen bestätigen die Abhängigkeit der Größe K bei den Helium-Sternen von der Stellung der Sterne in der *Lockyerschen* Klassifizierung.

Potsdam, Astrophysikalisches Observatorium, 1919 Juni 28.

H. Ludendorff.

¹⁾ Bull. Acad. Imp. Sc. Petrograd 1916.1414.

²⁾ Nature 99.25.

Rektaszensionsbeobachtungen des Mondes und einiger Mondsterne

am Reichenbachschen Meridiankreise in Göttingen. Von O. Kohl.

Die vorliegenden Beobachtungen von Rektaszensionen des Mondes sind die Fortsetzung der Beobachtungsreihen der Herren Dr. *Pingsdorf* und Dr. *Weber*, die in den AN 195.17 und 204.1 veröffentlicht sind. Die Beobachtungen sind mit dem Reichenbachschen Meridiankreise angestellt, an dem Änderungen seit den vorhergehenden Beobachtungsreihen nicht vorgenommen worden sind. Ihre Veröffentlichung mußte infolge meiner Einberufung zum Kriegsdienst bisher unterbleiben.

Die zur Ableitung der Uhrstände benutzten Sterne habe ich abweichend von meinen Vorgängern nicht dem Nautical Almanac oder Berliner Jahrbuch entnommen, sondern dem P.G.C. von *Boss*. Da nach *Cohn*¹⁾ die Positionen des *Newcombschen* Kataloges in einigen Fällen um 0.10 und mehr fehlerhaft sind und Fehler von 0.05 nicht selten vorkommen, so erscheint mir die Wahl eines anderen Fundamentalkataloges als des *Newcombschen* gerechtfertigt. Der neue *Auwerssche* entspricht zwar völlig den Anforderungen, leider enthält er aber zu wenige Sterne, die als Anhaltsterne für den Mond bei differentiellen Beobachtungen in Frage kommen können. Deshalb habe ich die Sternpositionen dem Katalog von *Boss* entnommen und dann zur Ableitung der Uhrstände alle die Sterne benutzt, deren Rektaszensionen nach den Angaben von *Boss* für 1910 mit einem wahrscheinlichen Fehler von nicht mehr als 0.01 behaftet sind. Häufig habe ich die Mondsterne des N.A. mitbeobachtet. Sie kommen für die Ableitung des Uhrstandes nur in ganz seltenen Fällen in Betracht, denn der

w. F. ihrer Rektaszension überschreitet die eben festgesetzte obere Grenze zum Teil beträchtlich. Zur Bestimmung des Azimutes habe ich regelmäßig einen oder zwei Polsterne beobachtet, deren Orte ebenfalls aus dem P.G.C. entnommen sind. Die Reduktion der Beobachtungen ist nach der Besselschen Formel ausgeführt. Die $\mu + m$ habe ich, wenn nötig, graphisch ausgeglichen.

Tabelle I enthält in möglichst kurzer Form eine Zusammenstellung der Beobachtungen. Die einzelnen Spalten sind durch ihre Überschrift genügend gekennzeichnet. Unter B—R sind für die zur Ableitung der Uhrstände benutzten Sterne die Differenzen der beobachteten Rektaszension gegen den berechneten Wert angeführt. Für die Mondsterne sind nur die beobachteten Rektaszensionen mitgeteilt, von denen ich bei einer anderen Gelegenheit noch Gebrauch machen werde. Diese Differenzen können zur Bestimmung einer unteren Grenze der Genauigkeit der Beobachtungen dienen, sofern man sie nur als Beobachtungsfehler ansieht. Aus dem ganzen Material finde ich für den wahrscheinlichen Fehler einer Beobachtung ± 0.025 , schließe ich 4 Sterne aus, für welche B—R größer als 0.10 ist, so verringert sich dieser Fehler auf ± 0.021 . Dr. *Pingsdorf* findet für seine Beobachtungen (l. c.) ± 0.044 . Es ist also eine beträchtliche Steigerung der Genauigkeit bei mir zu verzeichnen, die zum Teil wohl von den besseren Sternpositionen des *Bosschen* Kataloges im Vergleich mit dem *Newcombschen* herrührt.

¹⁾ Astron. Beob. a. d. Kgl. Univ.-Sternw. Königsberg, Abt. 42, 7.